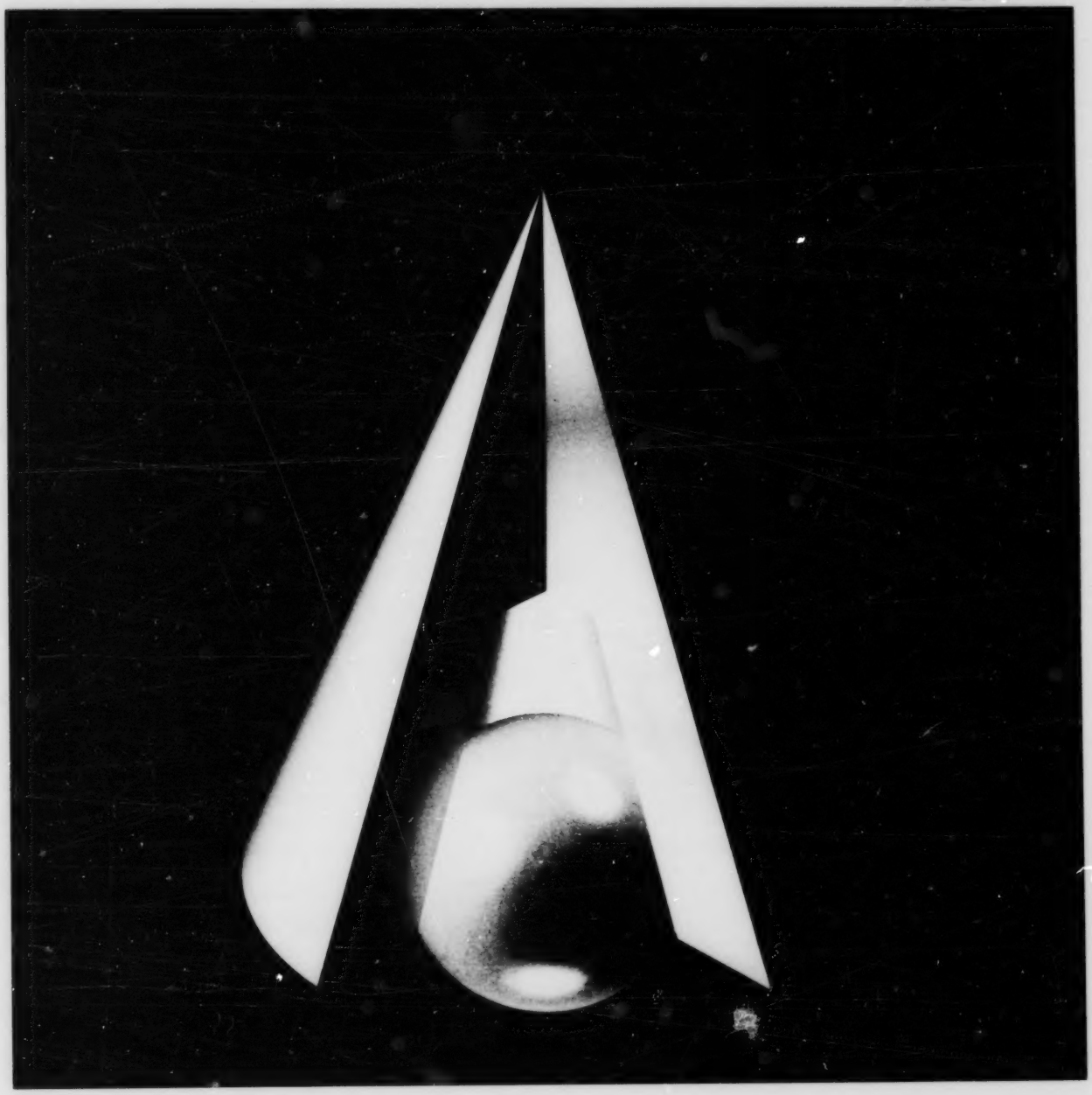
Research Paper Series

Analytical Studies Branch

Impact of the Adoption of Advanced Information and Communication Technologies on Firm Performance in the Canadian Manufacturing Sector

by John R. Baldwin and David Sabourin

No. 174



Statistics Canada Statistique Canada

Canada

ANALYTICAL STUDIES BRANCH
RESEARCH PAPER SERIES

The Analytical Studies Branch Research Paper Series provides for the circulation, on a pre-publication basis, of research conducted by Branch staff, visiting Fellows and academic associates. The Research Paper Series is intended to stimulate discussion on a variety of topics including labour, business firm dynamics, pensions, agriculture, mortality, language, immigration, statistical computing and simulation. Readers of the series are encouraged to contact the authors with comments, criticisms and suggestions. A list of titles appears inside the back cover of this paper.

Papers in the series are distributed to Statistics Canada Regional Offices, provincial statistical focal points, research institutes, and speciality libraries. These papers can be downloaded from the internet at *www.statcan.ca*.

To obtain a collection of abstracts of the papers in the series and/or copies of individual papers (in French or English), please contact:

Publications Review Committee
Analytical Studies Branch, Statistics Canada
24th Floor, R.H. Coats Building
Ottawa, Ontario, K1A 0T6
(613) 951-6325

Impact of the Adoption of Advanced Information and Communication Technologies on Firm Performance in the Canadian Manufacturing Sector

by

John R. Baldwin *

and

David Sabourin **

11F0019MPE No. 174
ISSN: 1200-5223
ISBN: 0-660-18618-7

Micro-Economic Analysis Division
24-B R.H. Coats Building
Ottawa, K1A 0T6
Statistics Canada
Facsimile Number: (613) 951-5403

* (613) 951-8588
Email: baldjoh@statcan.ca

** (613) 951-3735
Email: sabodav@statcan.ca

October 2001

This paper was done jointly with the Information and Communications Technologies Branch of Industry Canada.

The authors' names are listed alphabetically.

This paper represents the views of the authors and does not necessarily reflect the opinions of Statistics Canada.

Aussi disponible en français

Table of Contents

ABSTRACT ..... **V**

1. INTRODUCTION **1**

2. THE GROWTH PROCESS **3**

3. SUCCESS, INNOVATION AND ADVANCED TECHNOLOGY USE **5**

4. DATA SOURCE FOR ADVANCED TECHNOLOGY USE **9**

5. PERFORMANCE AND ICT USE **12**

6. DIFFERENCES AT THE INDUSTRY LEVEL **16**

7. MULTIVARIATE ANALYSIS **19**

7.1 MODEL 19

7.1.1 Productivity Growth *20*

7.1.2 Market Share Growth *22*

7.1.3 Wage Rate, Employment and Profitability Growth *23*

7.2 EMPIRICAL RESULTS 23

7.2.1 Growth in Productivity *23*

7.2.2 Growth in Market Share *25*

7.2.3 Growth in Wage Rate, Profitability and Employment *27*

8. CONCLUSION **28**

APPENDIX A **30**

REFERENCES **31**

Abstract

This paper investigates the evolution of the industrial structure in the Canadian manufacturing sector and its relationship to technological change by examining the take-up of advanced technologies and how it is related to the stochastic growth process in the plant population. Its framework is grounded in the view that growth is a stochastic process that involves learning. Experimentation with new technologies rewards some firms with superior growth and profitability. Examining how growth is associated with the choice of different technology strategies indicates which of these is being rewarded.

The evolution of this process is studied by examining the relationship between the uptake of advanced technologies and the performance of plants in the manufacturing sector. This is done by using cross-sectional data on advanced technology use and by combining it with longitudinal panel data on plant performance. In particular, the paper examines the relationship between the use of information and communications technology (ICT) and the growth in a plant's market share and its relative productivity.

The study finds that a considerable amount of market share is transferred from declining firms to growing firms over a decade. At the same time, the growers increase their productivity relative to the decliners. Those technology users that were using communications technologies or that combined technologies from several different technology classes increased their relative productivity the most. In turn, gains in relative productivity were accompanied by gains in market share. Other factors that were associated with gains in market share were the presence of Research and Development (R&D) facilities and other innovative activities.

Keywords: information and communication technologies, ICT, firm performance

101-07620/

1. Introduction

This paper investigates the evolution of industrial structure in the Canadian manufacturing sector and its relationship to technological change by examining the take-up of advanced technologies and how it is related to the stochastic growth process in the firm population. Its framework is grounded in the view that growth is a stochastic process that involves learning. Production opportunities are not unique and the growth of individual firms occurs in a world where each explores which advanced technologies out of a set of many technological possibilities might be the most suitable to its circumstances. Firms adopt new, advanced technologies as they learn about their possibilities and experiment with their applicability to their own specific situations. Experimentation rewards some firms with superior growth and profitability.

A range of new advanced technologies is available at any point in time. Not all firms will choose the same set. Nor will a particular set result in equal rewards across all environments. The environment faced by a firm and the history of the firm determine the end results of experimenting with new technologies. What may be 'best practice' is difficult for firms to ascertain ex ante and only evolves as the selection process demonstrates which firms have made the 'correct' decision.

New technologies are adopted slowly into the production process because the amount of learning by experimentation is large. A large number of complementary machines and production processes have to be put in place before new technologies can find useful applications.[1] And finding the correct combination requires considerable trial and error. Mature technologies can be incorporated into the production process with the use of blue prints. When knowledge is readily codifiable and easily transferred from one firm to another, diffusion is rapid. By way of contrast, the introduction of new technologies during the early phases of an industrial transformation is more akin to prototype construction. Plans are used as the foundation for a prototype, but the construct changes over time as experience dictates needed changes. Search takes place through a learning-by-experimentation process.

This paper describes how this process evolves by examining the impact of advanced technology adoption on the performance of plants in the manufacturing sector by using cross-sectional data on advanced technology use and by combining it with longitudinal panel data on plant performance.

It focuses on technologies associated with the information and communications technology (ICT) revolution. The relatively cheap processing power of microchips has brought about a dramatic technological change in the manufacturing sector. On the one hand, these consist of a number of labour-saving technologies where computer assisted machinery has been developed to replace manual labour. For example, computer operated robots provide an efficient and safe alternative to humans for repetitive jobs like spot welding and painting. Automated guided vehicle systems replace costly personal delivery. However, the truly dramatic element of the IT revolution has been the birth of 'soft manufacturing', which Bylinsky (1994) notes, differs from

[1] See Baldwin and Sabourin (2000) for a study of the importance of advanced engineering practices for advanced technology adoption.

traditional manufacturing in that software and computer networks are more important than production machines. Furthermore, Bylinsky argues that the effect of the 'soft-manufacturing' technologies has been to enhance rather than replace the abilities of workers. Flexible manufacturing systems with the agility to provide information quickly to workers and to management allow for a high degree of customization at a much lower cost than in the past. The ICT revolution has allowed plants to deliver customized products in small quantities, allowing them to change product lines quickly to meet changing consumer demands.

The first section of the paper examines certain characteristics of the stochastic process that are relevant to the measures of firm and plant performance that are used in this paper. It enumerates the extent to which plants replace one another by transferring market share from one to another over the ten-year period 1988 to 1997 and the extent to which this has been accompanied by changes in relative productivity and profitability.

The paper then studies the effect of technological change on productivity. It examines the relationship between the use of advanced manufacturing technology—such as programmable controllers, local area networks and computer-aided design and engineering equipment—and plant performance. This allows us to discern whether the technological choices are associated with growth. Not all plants have adopted new computer-based advanced technologies. We examine the relationship between changes in plant market share and relative productivity over the time period and the advanced technologies that plants manage to successfully implement by 1998—showing whether plants using advanced technologies, in effect, are selected for survival and growth by the search and culling process that is associated with competition.

The economic performance data used in the study come from a longitudinal file developed from the Annual Survey of Manufactures, which includes data on employment (production and non-production), labour productivity (value added per worker), wages and salaries, manufacturing and total shipments, and manufacturing and total value added for Canadian manufacturing plants during the period 1988 to 1997.[2] The economic performance data were linked to data on advanced technology use at the plant level derived from the 1998 Survey of Advanced Technology in Canadian Manufacturing. In what follows, we will be using plants as the unit of analysis.

[2] Total value added differs from manufacturing value added because of non-manufacturing activities of manufacturing establishments that are intrinsic to the manufacturing operations of the firm.

2. *The Growth Process*

Growth and decline takes place as some plants wrest market share away from others. The amount of change in the manufacturing sector is large. Over the period 1988-1997, some 47% of market share is transferred from those losing market share to those gaining market share within a 4-digit industry, on average. Growing continuers account for 26 percentage points of the gain in market share, while entrants account for the other 21 percentage points. Decline in market share, on the other hand, comes from declining continuers (17 percentage points) and exits (30 percentage points).

This turnover is made up of a large number of small changes, with many new firms that seize small amounts of market share and many incumbents who grow slightly at the expense of others. At the same time, there are a large number of exits, most of which are quite small, and many incumbents who also decline. In the short run, much of this change is reversed—but in the longer run, over periods of a decade, the changes lead to substantial shifts in the relative rankings or position of industry participants.

The extent to which plant growth and decline leads to changes in relative rankings is presented in Table 1. Plant market shares at the 4-digit level are calculated for 1988 and for 1997 and then all establishments are assigned to quartiles in both the start year (1988) and the end year (1997) of the period, based on the rankings of their market share. Table 1 provides the movement of continuing establishments up and down the market-share hierarchy.[3] It gives the percentage of continuing plants, who started in a given quartile in 1988, that had moved up or down a quartile or two, or stayed in the same quartile.

Throughout the decade, there has been substantial change in relative status. For example, of those continuing plants that were in the second quartile in 1988, 23% fell to the bottom quartile in 1997; 17% moved up to the third quartile; while 57% remained in the same quartile.

Table 1. Market Share Transition Matrix for Continuers (1988-1997)

Market Share Quartiles (1988)	Market Share Quartiles (1997)			
	Q1	Q2	Q3	Q4
	percentage of establishments			
Q1	82	15	3	0
Q2	23	57	17	2
Q3	2	22	60	16
Q4	2	2	13	83

There is somewhat greater inertia in the plants that started in the bottom or top quartile—partially because their movement possibilities are truncated, either in an upwards direction for the top quartile or downwards for the bottom quartile. Over eighty percent of the plants in these two groups remained in the same quartile group. Close to a fifth moved to the adjoining category.

[3] In Table 1, the quartiles are calculated using all establishments, but the shares are calculated only for continuers.

Success in terms of the growth in market share is accomplished in various ways. Plants may either improve their relative cost structure or may be able to produce higher quality products for which consumers are willing to pay higher prices. In either case, we would expect this to be reflected in higher levels of labour productivity relative to the industry mean. Indeed, the gain in market-share is accompanied by a growth in relative labour productivity. If we divide continuing plants into two equal groups based on market-share changes, we find that the relative labour productivity of gainers is equal to that of decliners at the start of the period (Table 2). Initial productivity in the continuing group is, therefore, not a good predictor of subsequent market share performance. However, over the period, those gaining market share simultaneously manage to increase their relative productivity. By 1997, their relative productivity is 22% above that of the declining group. By the end of the period, the market has rewarded those who have managed to improve their efficiency or the quality of their product and concomitantly their labour productivity with an increase in market share.

Table 2. Mean Relative Labour Productivity for High-Market-Share Gainers/Decliners and Low-Market-Share Gainers/Decliners

Market Share Change (1988 to 1997)	Relative Labour Productivity (RLP)		Δ RLP
	1988	1997	1988 to 1997
Two category scheme			
• Low gainers or decliners (median and below change)	1.002	0.867	-0.135
• High gainers (above median change)	0.998	1.078	0.080

The amount of change in relative labour productivity can be investigated using the same type of transition matrix that was applied to market-share changes. Labour productivity is defined here as total value added divided by total employment. It is calculated for each plant relative to its industry's labour productivity. Changes in relative labour productivity will occur as a plant becomes more efficient or if it increases its use of capital and other inputs relative to other plants in the industry.

The transition matrix for the relative labour productivity of continuing plants between the years 1988 and 1997 is provided in Table 3. Ranking establishments according to their relative labour productivity in each of 1988 and 1997, and assigning them to quartiles in each of the two years, the transition matrix provides the percentage of establishments that had bettered their relative position, stayed the same, or declined. Relative labour productivity is calculated for the 4-digit industry in which it is located for both years.

As evidenced by Table 3, there is a large amount of shifting of relative position. For continuers, half of the plants shifted up from the lowest quartile and half shifted downward out of the top quartile. Half of the plants initially in the top and bottom quartiles remained there by the end of the period. For those in the middle two quartiles, the movement was even greater, with only a third still in the same quartile in which they had started.

Table 3. Relative Labour Productivity Transition Matrix for Continuers (1988-1997)

Relative Labour Productivity Quartiles (1988)	Relative Labour Productivity Quartiles (1997)			
	Q1	Q2	Q3	Q4
	percentage of establishments			
Q1	49	23	18	10
Q2	28	33	24	15
Q3	15	29	31	25
Q4	9	12	28	51

While the preceding discussion has focused on the continuing population of establishments, the role that entrants and exits play should not be ignored. Figure 1 depicts the percentage of new plants that fall into each of the market-share quartiles and productivity quartiles in 1997. Figure 2 does the same for the closed plants using the 1988 quartiles.

We find that new establishments are roughly equally distributed across relative productivity quartiles by the end of the period, although to a slightly lesser extent for the highest quartile (Figure 1). A similar, although less pronounced, pattern emerges when market share is considered. More than 40% of establishments born in the 1988-1997 period, and that are still alive by the end of the period, are in the top two quartiles by 1997. In fact, 17% of entrants actually find themselves in the highest quartile group. In other words, surviving entrants, when examined over a ten-year period, do not remain at the bottom end of the size distribution. [4]

Exits of the 1988 population that disappear by 1997 also come from all quartiles of the 1988 size distribution (Figure 2), though the smallest are most likely to exit. The percentage of each 1988 market-share quartile that exit by 1997 varies from 63% in the quartile with the smallest establishments to 34% for the plants in the largest quartile. Exiting plants are slightly more likely to be found in the quartile that is less productive. Some 55% of establishments in the lowest productivity quartile had exited compared to 38% of those in the highest quartile.

3. *Success, Innovation and Advanced Technology Use*

There are many factors behind the growth of firms and plants—from overall management capabilities, to marketing, human resources, and operational capabilities. A substantial part of a firm's capital consists of these internal competencies. One branch of the business literature has focused on the extent to which there is a set of core competencies (Prahalad and Hamel, 1990). Another argues that one of the key areas for success is the dynamic capabilities of a firm that enable it to learn (Teece et al., 1997). Dosi and Marengo (1994) emphasize that there are a variety of ways that firms can learn and that this learning is tied to different sources of technological capabilities. These capabilities extend beyond just R&D performance to encompass those activities that enable a firm to ingest new information and to act quickly and effectively on it. In turn, advantages in this area are postulated to be associated with different levels of performance.

[4] For additional Canadian evidence on the importance of entrants in this process, see Baldwin and Gorecki (1991), Baldwin (1995, chapter 9), Baldwin (1996a).

Figure 1. Productivity and Market Share Distributions for Entrants

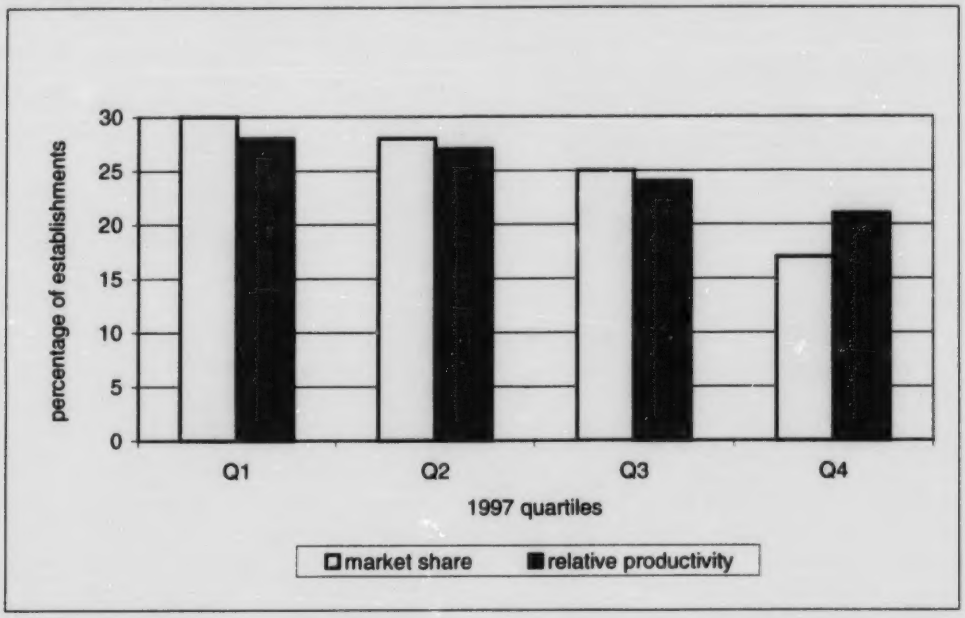
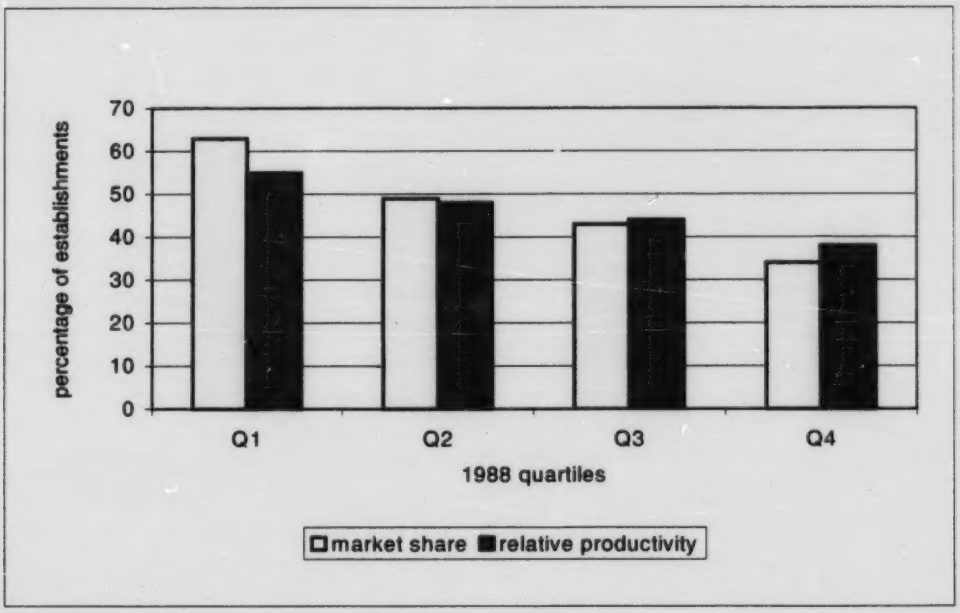


Figure 2. Productivity and Market Share Distributions for Exits



In three earlier studies (Baldwin, Chandler et al., 1994; Johnson, Baldwin and Hinchley, 1997; Baldwin, Diverty and Sabourin, 1995), we have investigated the difference in the competencies found in growing and declining firms to see whether a key difference between the two lies in the nature of their innovation regime. These three studies use three different surveys as sources and find similar results in each case.

While growing firms have to do many things better in order to succeed, there is one factor that appears to discriminate best between the more-successful and the less-successful. Innovation is consistently a factor associated with successful growing firms (Baldwin, 1997; Baldwin and Johnson, 1998).

In the first study, based on the *Survey of Growth Companies* (SGC), the generally successful population of small and medium-sized firms (all firms in the study had positive growth over a five-year period) is divided into the more-successful and the less-successful firms and the characteristics of each are compared. This grouping is done using an overall measure of firm performance that is an average of three performance measures—market share growth, labour productivity growth and profitability growth of a firm relative to other firms in an industry. The key characteristic that distinguished the two groups was the degree of innovation taking place in a firm (Baldwin, 1996b). The more-successful firms tended to place greater emphasis on R&D capability and R&D spending. They were more likely to give greater importance to developing new technology. In the production area, they gave more significance to using new materials, and implementing aggressive new strategies like process control and just-in-time inventory control. Differences in the emphasis that the two groups gave to R&D strategies were accompanied by differences in the intensity of R&D activities. More-successful firms were more likely to have an R&D unit. They were more likely to use R&D tax credits. They were also more likely to report that they used patents to protect their innovations.

The second study, based on the *Survey of Operating and Financial Practices* (SOFP) of entrants (Johnson, Baldwin and Hinchley, 1997) provides an overview of the competencies developed by new firms that survive into their teen years. It too is linked to data on sales and financial structure that provide measures of performance for each survivor. As was found in the case of the study of growing small and medium-sized enterprises, success was closely related to innovation. Faster growing entrants were twice as likely to report an innovation. Faster growing entrants were more likely to invest in R&D and technology. They were also more likely to introduce new products. They were more likely to be targeting new foreign markets (Baldwin and Johnson, 1999). But faster growing firms were also more likely to be giving more emphasis to training, recruiting skilled employees and providing incentive compensation programs (Baldwin, 2000).

The findings of the SGC and SOFP as to the importance that firms gave to innovative strategies and activities, are confirmed by another study that uses data at the plant level on the use of advanced technologies. Advanced technology use is a form of innovation. The 1989 *Survey of Advanced Technology* outlines the extent to which plants in the manufacturing sector use advanced technologies in the different functional areas that each firm must master—in fabrication and assembly, in inspection and communications, in integration and control, and in design and engineering. Data from this survey on 1989 technology use are linked to the

performance of plants during the 1980s. Performance is measured using information on a plant's sales, labour productivity and wage rates. Advanced technology-using plants are then compared to plants not using advanced technologies as of 1988 in order to study whether the market share, the productivity and the wage rate had grown relatively faster in the former group (Baldwin, Diverty and Sabourin, 1995).

Advanced technology-using plants increased their market share relative to plants that were not using advanced technologies. Growth in market share was higher for users of advanced technologies in the fabrication and assembly area than for most of the other functional areas. It was also relatively high for plants that were complex technology users, that is, for plants that combined advanced technologies from several of the functional groups (design, fabrication, communications, and integration and control).

Plants that managed to successfully incorporate advanced technologies into their production process by 1989 also saw their labour productivity increase relative to non-technology users during the previous decade when the adoption of advanced technologies was occurring. Those that used communications technologies or that integrated advanced technologies from several areas experienced the highest productivity growth rates. Accompanying this increase in relative labour productivity was a growth in the relative wage paid to production workers.

In summary, all three studies found that firms that managed to grow more quickly also *developed* certain innovative competencies that distinguished them from firms that grew less quickly. Differences in technological competencies had the same effect. That innovative and technological competencies are linked is not surprising. Some 53% of respondents to the 1993 *Survey of Innovation and Advanced Technology* who had indicated that they introduced the advanced technologies did so in conjunction with the introduction of a product or process innovation.

These conclusions, based on Canadian empirical evidence, are confirmed by research that covers the experience of other countries. Stoneman and Kwon (1996), Rischel and Burns (1997), Ten Raa and Wolff (1999), and Van Meijl (1995) find a positive relationship between advanced technology use and superior firm performance.

On the basis of these studies, there is a strong presumption that advanced technology users in Canadian manufacturing as of 1999 should have had superior performance during the 1990s. In order to investigate whether the same type of relationship, between market performance and advanced technology use, existed in Canada during the 1990s, we will examine the connection between advanced technology use and the growth of plant market share or the growth in productivity in this period. Growth is defined as the change in market share over the period 1988 to 1997—a period of ten years prior to the survey date of 1998. In order to correct for industry effects, growth was defined in terms of market share, as calculated at the 4-digit 1980 SIC industry level. Similarly, plant productivity is calculated relative to its 4-digit industry average. Productivity is defined as labour productivity[5] and will be affected by changes in capital intensity and technological advances.

[5] Defined as census total value added for manufacturing operations divided by total employment of both salaried and production workers.

In what follows, we compare the performance of plants throughout the nineties to their technological profile at the end of the period. We have seen that differences in the productivity performance of growers and decliners do not exist at the beginning of the study period but emerge over the period studied. This accords with a world in which firms experiment with alternate advanced technologies and the market rewards those who have chosen the correct technologies and managed to get them to work in the appropriate fashion. At the end of any period, productivity differences are evident between those who have managed to gain market share and those losing market share. For this reason, this study examines the differences in advanced technology use at the end of the period and the changes that have occurred in market share and changes in relative labour productivity over the previous time period.

This procedure will show whether advanced technology use is associated with improved performance. It cannot ascertain how changes in technology use affect performance. It is, of course, likely that changes in advanced technology use at the margin matter—though to ascertain how important the latter are, we need a longitudinal database that compares changes of advanced technology use over time. The latter is the subject of a separate study (Baldwin and Sabourin, 2002).

In this paper, we experimented with performance measures calculated over two different periods of time. The first covered a seven-year span from 1990-1997. The second covered the ten-year span from 1988 to 1997. Both yielded qualitatively the same results—but the results were more significant over the longer time period and are reported here. This bolsters our trust in the hypothesis that change occurs slowly—that the effects of using advanced technologies do not emerge immediately. Lags in the effect of the use of new advanced technologies exist because new machines have to be integrated into the production process. New techniques and business practices are often required if the new technologies are to be more successful. For example, concurrent engineering practices are needed if design and engineering advanced technologies are to be used successfully in plants.[6] Introducing advanced business practices involves organizational changes and takes time to implement.

4. Data Source for Advanced Technology Use

We focus in this paper on the adoption of a set of advanced technologies that are based on microelectronic computer technology. Computer-based technologies have penetrated all parts of the production process—from the design and materials planning stage, through the fabrication and assembly process, to the inspection and materials handling stage. They are also a key part of the communications process. While computers have stimulated the development of individual components, they are also key to integration and control of the various parts of the manufacturing process.

[6] The relationship between these practices and technology has been explored more fully in a recent study of technology use in the food-processing sector (Baldwin, Sabourin and West, 1999).

The effect of computers does not arise just from the ubiquitous stand-alone desktop. It is true that certain aspects of design and engineering depend on the stand-alone computer—but software is equally important here. Moreover, chips and computers are being increasingly imbedded into machines. Just as the electric motor moved from being a separate appendage located beside machines to being included in the machine, computers are now also an integral part of machinery such as robots and flexible manufacturing systems.

In this study, we make use of the results of the *1998 Survey of Advanced Technology in Canadian Manufacturing* conducted by Statistics Canada to measure the extent to which advanced technologies have been integrated into the production process. The survey is based on a frame of Canadian manufacturing establishments drawn from Statistics Canada's Business Register. The sample was randomly drawn from a manufacturing establishment population that was stratified by industry and size. Excluded from the target population were food processing establishments and plants with fewer than 10 employees (Sabourin and Beckstead, 1999). The overall response rate to the survey was 98%.

In addition to questions on which technologies were being used, the survey asked respondents questions about general firm and establishment characteristics, whether research and development was being conducted, whether several advanced business practices were being used, the skill requirements needed for advanced technologies, as well as questions about the benefits and obstacles to the adoption of advanced technologies.

Twenty-six advanced technologies were listed on the survey—technologies that are applied in a wide range of functional areas. These range from computer-aided design that is used in design and engineering, to robots that are used in fabrication and assembly, to computer networks that are used as part of the communications and control function. For the purposes of this study, the advanced technologies covered in the survey are aggregated into three information and communication technology (ICT) groups—(i) software, (ii) network communications, and (iii) hardware technologies. In our earlier study (Baldwin, Diverty and Sabourin, 1995), we found that plants using communications technologies did particularly well over the 1980s. In a recent study, Ten Raa and Wolff (1999) also found a positive relationship between ICT use and productivity growth. Van Meijl (1995) argues that this is mostly due to externalities associated with ICT adoption.

The ICT groups, their constituent advanced technologies, and their adoption rates are provided in Table 4. Eight advanced technologies belong to the software group—computer-aided design and engineering (CAD/CAE); CAD output to control manufacturing machines (CAD/CAM); modelling or simulation technologies; manufacturing resource planning (MRP); computer integrated manufacturing; supervisory control and data acquisition (SCADA); use of inspection data for manufacturing control; and knowledge-based software.

Five advanced technologies belong to the network communications group—electronic exchange of CAD files; local area network (LAN) for engineering or production; company-wide computer networks; inter-company computer networks; and digital, remote controlled process plant control.

Table 4. Adoption of Advanced Information and Communications Technologies, 1998 (percentage of establishments using the technology)

IC Technology	Specific Technology	In Use	Standard Error
Software	• Any	65	1.3
	• Computer-aided design and engineering (CAD/CAE)	44	1.4
	• CAD output to control manufacturing machines (CAD/CAM)	36	1.4
	• Modelling or simulation technologies	17	1.1
	• Manufacturing Resource Planning (MRP)	21	1.0
	• Computer integrated manufacturing	18	1.1
	• Supervisory control and data acquisition (SCADA)	16	0.9
	• Use of inspection data for manufacturing control	26	1.2
	• Knowledge-based software	18	1.1
Communications	• Any	59	1.4
	• Electronic exchange of CAD files	34	1.4
	• Local area network (LAN) for engineering or production	36	1.3
	• Company-wide computer networks	35	1.3
	• Inter-company computer networks	29	1.2
	• Digital, remote controlled process plant control	5	0.5
Hardware	• Any	57	1.4
	• Flexible manufacturing systems	15	1.0
	• Programmable logic controllers	37	1.4
	• Robots with sensing	8	0.7
	• Robots without sensing	7	0.6
	• Rapid prototyping systems	5	0.6
	• Part identification for manufacturing automation	18	1.0
	• Automated storage/retrieval system	5	0.6
	• Automated vision-based inspection/testing systems	11	0.8
	• Other inspection/testing automated sensor-based systems	13	0.9
	• Computers used for control on the factory floor	31	1.3

There are ten advanced technologies in the hardware class—flexible manufacturing systems; programmable logic controllers; robots with and without sensing capabilities; rapid prototyping systems; part identification for manufacturing automation; automated storage/retrieval systems; automated vision-based systems used for inspection/testing; other automated sensor-based systems used for inspection/testing; and computers used for control on the factory floor.

Three of the twenty-six specific advanced technologies—lasers for materials processing; high speed machining; and near-net shaped technologies—have been excluded from the analysis.

Similar rates of adoption are found for each of the three ICT groups. Sixty-five percent of manufacturing establishments use at least one of the eight software technologies listed on the survey; 59% use at least one of the five network communications technologies; while 57% use at least one of the 10 hardware-based technologies.

Computer-aided design technologies dominate the software category. Close to half the plants have adopted at least one computer-aided design and engineering technology (CAD/CAE), with about a third using at least one CAD/CAM machine.

Plants use a variety of network communications advanced technologies—local area networks, company-wide networks and inter-company networks. The use of programmable logic controllers and factory control computers in the hardware group is reported most frequently. For our comparisons of technology use and plant performance, advanced technology use will be measured in several different ways in this study. We use: (i) incidence of use (the use of at least one advanced technology); (ii) intensity of use (the number of advanced technologies adopted); and (iii) measures of complexity of use (whether advanced technologies are being combined from more than one category). Plants adopt, on average, two advanced software technologies, and about one and a half network communications and hardware technologies each (Table 5).

Table 5. Incidence and Intensity of Adoption of ICTs (1998)
(Standard Errors provided in brackets)

ICTs	In Use	Number of Technologies	Number of Technologies in Group
	(% of establishments)		
Software	65 (1.3)	1.97 (0.05)	8
Hardware	57 (1.4)	1.49 (0.05)	10
Communications	59 (1.4)	1.40 (0.04)	5
All	76 (1.2)	4.85 (0.12)	23

5. Performance and ICT Use

At issue is the extent to which plants that exhibit different levels of success are found to use advanced technologies more or less intensively. We approach this question first with bivariate analysis that compares different measures of performance to advanced technology use and then with multivariate analysis that regresses performance measures on advanced technology use and a number of other plant characteristics.

For both purposes, we relate performance over a period (1988-1997) to advanced technology use at the end of the period (1998).

1) $\Delta PERF_{t-\tau,t} = f(Tech_t)$

where $\Delta PERF_{t-\tau,t}$ is the change in a plant's performance measured in various dimensions (relative productivity, market share, employment share, relative wage rates, relative profitability) over the period $t-\tau$ to t and $Tech_t$ is a measure of advanced technology use at the end of the period in year t.

Since advanced technology use at the end of the period is just the sum of advanced technology use at the beginning of the period $Tech_{t-\tau}$ and the change in advanced technology use over the period, $\Delta Tech_{t-\tau,t}$, equation number 1 can be written as:

2) $\Delta PERF_{t-\tau,t} = f(Tech_{t-\tau} + \Delta Tech_{t-\tau,t})$[7]

Economic performance is expected to be related to technology use at the start of the period and changes in advanced technology use over the period.

Performance over any period is posited to be a function of advanced technology use at the beginning of the period because there is a learning process involved with the introduction and use of advanced technology. Changes in labour productivity resulting from advanced technology adoption are, therefore, expected to occur slowly as plant managers learn how to use them in the most effective fashion. Since benefits or gains from the adoption of advanced technology are not realized immediately, there is a lagged effect of advanced technology use on performance. In addition, we expect that increases in advanced technology use during the period will affect relative performance over the period. While all benefits from the adoption of additional technologies will not be felt immediately, some will be.

Relative labour productivity is calculated as total value added divided by total employment for the establishment divided by the same measure calculated at the 4-digit industry level. Growth in relative labour productivity is calculated as the difference between end-period relative labour productivity and start-period relative labour productivity.

Labour productivity is affected by many factors—by technical change in a plant, by its changing capital intensity, by organizational changes—all of which factor into a firm's success. Since all of these factors and, in particular, capital accumulation are associated with firm growth, we make use of this measure.

While some might prefer to see a total factor productivity measure rather than a labour productivity measure used for this analysis, because the former is widely perceived to better measure technical progress, it should be noted that the two measures are closely related. When the production function approximates a Cobb-Douglas, growth in labour productivity is equal to multifactor productivity growth plus the growth in the capital/labour ratio times capital's share (Baldwin, Beckstead et al., 2001). As a result, empirical studies often find similar results using the two measures (Salter, 1966). The final argument in favour of using labour productivity is that measures of it are inherently more accurate than measures of total factor productivity.

Growth in market share is measured here as the total shipments produced by an establishment relative to total shipments at the 4-digit industry level. Growth is measured as the difference between end- and start-period market shares.

Growth in relative profitability is calculated here in a similar fashion, only that profitability at the establishment level is calculated as the value of shipments less wages, salaries and materials all divided by the value of shipments.

[7] The estimated coefficient from such an equation will be a weighted average of the coefficients that are attached to each of $Tech_{t-\tau}$ and $\Delta Tech_{t-\tau,t}$

Table 6. Relationship Between Performance Growth (1988-1997) and Advanced Technology Adoption (1998)

Advanced Technology Adoption	Performance Growth[8] (1988-1997)					
	Relative Labour Productivity (I)		Market Share (II)		Relative Profitability (III)	
	low	high	low	high	low	high
	Percentage of establishments using technologies					
ICT use						
• Software	63	73	63	74	64	71
• Hardware	54	66	55	65	54	65
• Communications	58	69	57	71	59	68
• Any	75	83	74	85	75	83
Multiple use						
• 5 or more	42	55	40	58	43	53
• 10 or more	18	23	17	26	17	24
Combination use						
• Software and hardware	46	59	46	59	47	58
• Software and communications	50	63	51	64	52	61
• Hardware and communications	43	56	44	55	44	55
• All three	39	54	40	53	41	52
	Number of advanced technologies adopted					
Numbers of ICT						
• Software	1.9	2.3	1.8	2.5	2.0	2.3
• Hardware	1.4	1.8	1.4	1.9	1.4	1.9
• Communications	1.4	1.7	1.4	1.8	1.4	1.7
• All	4.7	5.9	4.7	6.1	4.8	5.8

Note: All differences reported in this table are statistically significant at the 5% level. In fact, most are statistically significant at the 1% level.

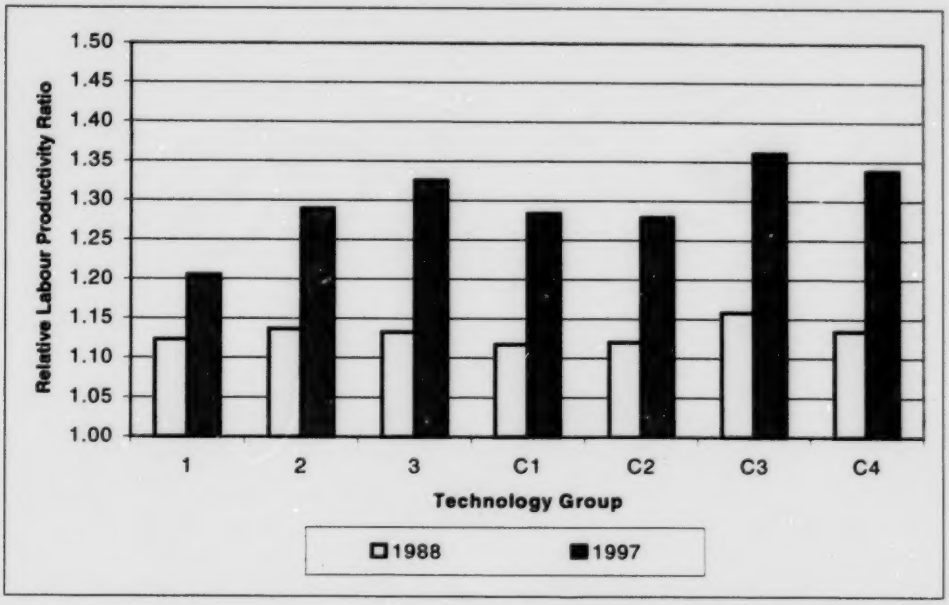
Bivariate results of the relationship of economic performance and advanced technology adoption are provided in Table 6. Three separate measures of performance are used—growth in relative productivity (column I), growth in market share (column II) and growth in relative profitability (column III) over the period 1988-1997. In each case, establishments are divided into two equal sized groups, those with more and those with less growth than the median. Then the differences in advanced technology adoption of the two groups are compared.

Establishments in the top half of the labour productivity growth distribution are found to be more likely to be using at least one advanced technology. This result extends across all ICTs—software, hardware and communications. High productivity growth establishments are also more likely to be using greater numbers of technologies.

Differences also exist between the fastest labour productivity growers in terms of combinations of advanced technologies used. The greatest differences are found for plants that use all three types of ICTs. A significantly higher proportion of high-productivity growers adopts all three types of ICTs than do slow-productivity growers—a difference of 15 percentage points.

[8] Labour productivity is defined as total value added divided by total employees; profitability is defined as total shipments less materials less wages and salaries divided by total shipments—the price/cost margin.

Figure 3. Relative Productivity of Advanced Technology Users and Non-Users: 1988 vs. 1997



Group Number	Technology Group	Group Number	Technology Group
1	Software	C1	Software and hardware
2	Hardware	C2	Software and communications
3	Communications	C3	Hardware and communications
		C4	Software, hardware and communications

Finally, there are differences in the intensity of advanced technology use. Establishments with the highest growth in labour productivity adopt, on average, 5.9 advanced technologies compared to 4.7 for low-growth plants. Similar differences are found across the individual ICT groups.

We also examine how the productivity of advanced technology users relative to non-users has evolved over time using a classification that divides plants into users and non-users based on their status as of 1998. To do so, we calculate the ratio of the mean productivity of advanced technology users to the mean productivity of non-users of advanced technology in 1988 and 1997 and then plot this relationship in Figure 3.[9] This is done for each of the technology groups—software, hardware, communications and then for four sets of combinations—software and hardware (C1), software and communications (C2), hardware and communications (C3) and all three (C4). Advanced technology users have increased their productivity advantage over non-users across all technology measures, particularly when it involves the use of network communications technologies, both by itself and in combination with other types of advanced technologies. The largest rates of increase in relative productivity occur in the network communications group; in hardware and communications; and in the use of all three ICTs. This

[9] The ratio is calculated as the sum of value-added, divided by the sum of employment, of all plants that are technology users within a class, divided by the same ratio for non-technology users.

replicates the findings of our earlier study (Baldwin, Diverty and Sabourin, 1995), which reports that the greatest gains in relative productivity in the 1980s occurred in plants that adopted advanced communications technologies, either singly or in combination with other ICTs.

When plants are divided at the median on the basis of profitability growth (defined as the growth in the price-cost margin)[10] over the 1988-1997 period, we also find significant differences in the incidence of advanced technology use, the numbers of technologies used and the extent to which advanced technologies from software, hardware and communications are used jointly (Table 6, column III). Plants with the highest growth in profitability adopt, on average, 20% more advanced technologies than do low-growth plants. High-profitability-growth plants adopt, on average, 5.8 advanced technologies compared to 4.8 for low-growth plants. These differences extend to incidence of use as well, with hardware and network communications technologies exhibiting the greatest differences.

When growth in market share is used to divide the sample into two parts, similar results are found. The plants that experienced the highest market-share growth also tend to be more likely to adopt more advanced technologies from each of the groups.

6. Differences at the Industry Level

Growth in productivity varies by industry (Baldwin, Beckstead et al., 2001). In order to examine whether the differences that were presented in Table 6 at the national level also pertain to most individual industries, we repeat the bivariate tabulations in Tables 7 and 8 at the 2-digit industry level. Establishments are divided into those with low growth in relative productivity and those with high growth in relative productivity on an industry-by-industry basis using the median value as the dividing point. Productivity growth is calculated as the difference between the end-year relative productivity and the start-year relative productivity of the establishment.

For this exercise, it should be noted that the survey was not designed to provide highly accurate results for the subsectors of industries that are being examined here. Therefore, we can only look for similarities in terms of the differences across industries and we should expect that many of these differences, even if real, are not statistically significant.

Table 7 contains the percentage of plants from each group that use a particular type of advanced technology. For example, in the primary metals industry, 49% of the low-growth plants had adopted at least one advanced hardware technology by 1997, compared to 88% of those in the high-growth category, a difference of close to 40 percentage points. The national relationship that was observed between advanced technology use and productivity growth in hardware is significant in chemicals and petroleum, fabricated metals, furniture and fixtures, primary metals, and printing and publishing, though there are also relatively large positive differences in rubber and plastics, as well as industrial machinery. When it comes to network communications technologies, a greater number of industries exhibit positive differences, but they are often not statistically significant.

[10] Profitability is defined as value of shipments less wages and salaries less materials divided by value of shipments.

Table 7. Growth in Relative Labour Productivity by Technology and by Industry

Industry	Software		Hardware		Communication		Any Advanced Technology		Five or More Technologies	
	Low ΔRLP	High ΔRLP	Low ΔRLP	High ΔRLP	Low ΔRLP	High ΔRLP	Low ΔRLP	High ΔRLP	Low ΔRLP	High ΔRLP
	(percentage of establishments using technologies)									
• Chemicals & Petroleum	60	68	60**	75**	65**	80**	79	86	42***	63***
• Electrical & Electronics	91*	80*	75	64	84	83	91	85	68	74
• Fabricated Metals	75*	91*	51**	75**	64	80	84	95	48	68
• Furniture	44	59	30**	69**	42	53	44	71	22*	49*
• Industrial Machinery	67	88	61	74	69	82	76	88	51	70
• Non-Metallic Minerals	64**	42**	67	52	52	38	75	59	51**	30**
• Other	65	61	47	50	58	51	71	75	38	35
• Paper	85	75	86	84	85	58	97	84	63	59
• Primary metals	59	87	49**	88**	59	87	59	88	58	70
• Printing & Publishing	44*	63*	29**	51**	61	75	65**	84**	20***	44***
• Rubber & Plastics	57**	80**	61	78	58*	80*	72**	94**	40*	62*
• Textiles	47**	66**	50	52	37***	61***	60*	75*	29**	46**
• Transportation	76	80	67	68	68	74	82	81	58	71
• Wood	56	55	63	58	38	52	79	76	35	31
• ALL	63***	73***	54***	66***	58***	69***	75***	83***	42***	55***

Note: *** means that differences are statistically significant at the 1% level; ** significant at the 5% level; and * significant at the 10% level.

Table 8. Growth in Market Share by Technology and by Industry

Industry	Software		Hardware		Communication		Any Advanced Technology		Five or More Technologies	
	Low ΔMS	High ΔMS	Low ΔMS	High ΔMS	Low ΔMS	High ΔMS	Low ΔMS	High ΔMS	Low ΔMS	High ΔMS
	(percentage of establishments using technologies)									
• Chemicals & Petroleum	60	69	61**	74**	67*	79*	79	87	45*	59**
• Electrical & Electronics	87	83	63*	80*	85	82	89	87	70	73
• Fabricated Metals	76	90	54	68	58***	88***	84	95	39***	79***
• Furniture	50	48	42	49	46	45	56	49	28	40
• Industrial Machinery	69**	94**	58*	83*	71	83	75*	94*	48***	83***
• Non-Metallic Minerals	52	58	53	69	36*	57*	62	76	35	48
• Other	54**	75**	41	58	48	63	63**	86**	31	44
• Paper	85	76	100**	74**	77	66	100	82	77*	49*
• Primary metals	69*	94*	64**	95**	69*	94*	69*	95*	56**	94**
• Printing & Publishing	47	62	35	46	60**	80**	67**	85**	24**	44**
• Rubber & Plastics	72	61	71	66	64	70	82	80	46	52
• Textiles	49**	66**	47	57	37***	66***	60**	78**	29**	49**
• Transportation	73	85	64	73	69	74	76*	90*	61	69
• Wood	53	60	62	59	47	40	77	78	33	35
• ALL	63***	74***	55***	65***	57***	71***	74***	85***	40***	58***

Note: *** means that differences are statistically significant at the 1% level; ** significant at the 5% level; and * significant at the 10% level.

Substituting market-share growth for productivity growth, we find stronger results in Table 8. With the exception of paper and rubber and plastics industries, higher market-share growth is often associated with greater advanced technology adoption rates across all technology groups. About one third of these differences are statistically significant. Differences are positive and have the highest significance for industrial machinery, 'other', and textiles for software technology; chemicals and petroleum, and primary metals for hardware technology; fabricated metals, printing and publishing, and textiles for communication technology. Only in the paper industry are low gains in market share associated with higher adoption rates. This may simply indicate that the advanced technologies chosen for the 1998 Advanced Technology Survey are less applicable to this industry.[11] Use of five or more advanced technologies is associated with significant differences in seven industries—chemicals and petroleum, fabricated metals, industrial machinery, paper, primary metals, printing and publishing, and textiles.

7. *Multivariate Analysis*

7.1 Model

In this section, we use a multivariate framework to examine the connection between advanced technology use and several measures of the market performance of plants in the manufacturing sector. The performance measures are the growth in relative productivity, the relative average wage rate, relative profitability as well as the growth in market and employment share.

There are two main components to the analysis—an equation that estimates the correlates of productivity growth and one that examines the correlates of market-share growth. The regressions that were estimated were:

$$1)\ \text{PRODGRTH} = \alpha_0 + \alpha_1*\text{TECH} + \alpha_2*\text{SIZE88} + \alpha_3*\text{FOREIGN} + \alpha_4*\Delta\text{CAPINT} + \alpha_5*\text{LABPROD88} + \alpha_6*\text{R\&D} + \alpha_7*\text{INNOV} + \alpha_8*\text{BUS} + \alpha_9*\text{REGION}$$

$$2)\ \text{SHARGRTH} = \beta_0 + \beta_1*\text{TECH} + \beta_2*\text{SIZE88} + \beta_3*\text{FOREIGN} + \beta_4*\Delta\text{CAPINT} + \beta_5*\text{LABPROD88} + \beta_6*\Delta\text{LABPROD} + \beta_7*\text{MKTSHR88} + \beta_8*\text{R\&D} + \beta_9*\text{INNOV} + \beta_{10}*\text{BUS} + \beta_{11}*\text{REGION}$$

where *PRODGRTH* measures the growth in relative labour productivity of a plant.
SHARGRTH measures the growth in market share of a plant.
TECH measures the use of advanced technologies by the establishment.
SIZE88 measures opening-period employment size of the plant.
FOREIGN captures whether or not an establishment is foreign owned.
ΔCAPINT captures the capital intensity of a plant through changes in profitability.
LABPROD88 measures opening-period labour productivity levels.
ΔLABPROD measures changes in relative labour productivity over time.

[11] A special survey (see Baldwin, Sabourin, and West, 1999) was conducted in the food processing sector after it was found that the 1989 generic advanced technology survey needed to be expanded to take into account the special circumstances of the food processing sector.

MKTSHR88 measures opening-period market share.
R&D captures whether or not an establishment is an R&D performer.
INNOV captures various aspects of innovation in a plant.
BUS captures the extent to which advanced business practices exist in a plant.
REGION captures any regional effects.

7.1.1 Productivity Growth

The first equation examines relative productivity growth during the 1988-1997 period. Relative productivity growth is postulated to be a function of advanced technology use at the end of the period since end-period advanced technology use is taken as an indicator that the plant has learned how to work with innovative technological processes. We capture advanced technology use with a number of mutually exclusive, increasingly comprehensive and, therefore, sophisticated technology variables. Use of one type, and only one type, of the three information and communication advanced technologies—software, hardware and communications—is captured by a set of three binary technology variables. Four other variables capture the use of combinations of ICTs—software and hardware; software and communications; hardware and communications; and the most sophisticated of all, the use of all three types.

Previous work (Baldwin, Diverty and Sabourin, 1995) found that, in 1989, the use of just one particular technological group (fabrication, design and engineering, or communications) was sufficient to differentiate plants from one another in terms of performance—but also found that the plants that were combining advanced technologies from different areas were characterized by the best performance. Since we are measuring advanced technology use 10 years later in 1998 and, by the latter year, many more plants had adopted at least one advanced technology, we expect the single technology-use variables to have less effect on plant performance in the 1990s. But we hypothesize that those plants combining advanced technologies from a number of different areas will exhibit the fastest productivity growth over the 1990s.

Productivity growth is also likely to be a function of advanced technology use to the extent that advanced technology use is associated with higher capital intensity. To correct for this, the increase in a plant's relative profitability (its profit/sales ratio) is also included—since the measure of profitability should be closely correlated with capital intensity on average.

Plant size was included to capture the greater financial and informational capabilities often associated with larger establishment size. Large plants tend to invest more in new equipment and capital, which tends to lead to growth. Employment data were used to measure size.

Initial period productivity is included to allow for regression-to-the-mean. Previous work (Baldwin, 1995) and the tables presented in the first section of this paper have reported that plants tend to regress to the mean over the period.

Nationality of ownership of a plant is included since multinational firms are seen to play an important role in the global diffusion of advanced technologies (Caves, 1982). Previous work has found that labour productivity growth in foreign-controlled plants has been greater than in the domestic sector (Baldwin and Dhaliwal, 2001). The advantages of multinational enterprises are

typically related to their size, expertise and financial resources. Nationality of control is captured, in this study, by a binary variable that takes a value of one if the establishment is foreign controlled, and a value of zero if the establishment is domestically controlled.

A binary variable that measures whether the plant reported that it performed R&D is also included. This is done for two reasons.

First, because of the evidence from previous studies on the effect of R&D on productivity (Lichtenberg and Siegel, 1991; Hall and Mairesse, 1995; Dilling-Hansen et al., 1999), we are inherently interested in knowing whether R&D activity affects productivity performance after the technology mix has been taken into account.

Second, the inclusion of this variable is meant to reduce the fixed-effects econometric problem. The econometrics literature has spent considerable effort worrying that equations like equation 1 will yield biased estimates of the parameters attached to the independent variables if there are omitted fixed effects at the plant level that are correlated with the included variables. Much of our previous work on the characteristics of firms suggests that this is likely to be a problem. This is because firms divide into those who are innovative and stress a large number of functional areas, such as human resources or marketing capabilities (Baldwin and Johnson, 1996, 1998, 1999), and those who do not. Since advanced technology use is likely to be highly correlated with the plant's degree of innovativeness, a regression that only employs advanced technology use will risk attributing the effect of a large number of activities to just advanced technology use. The correlation between technology use and productivity may simply reflect the fact that superior firms make greater use of new technologies and do a lot of other things as well (see McGuckin et al., 1998).

In order to address this problem, we include three different variables that capture whether a plant is more innovative. The first innovativeness variable captures whether R&D is conducted either in that plant or in an associated plant on an ongoing basis. Previous work demonstrates that firms that conduct R&D on an ongoing as opposed to an occasional basis are more likely to be innovative (Baldwin and Hanel, 2002).

The second is a variable that measures the importance given to a number of strategies that capture aspects of innovation that are different from a plant's R&D focus. On the technology survey, plant managers rated the importance of 'developing new products, entering new markets, using new materials, giving ongoing technical training, and using teams' on a five-point Likert scale from 1 for 'low importance' to 5 for 'high importance'. Variants of these questions have been used previously in the Growth Companies Survey and the Survey of Operating and Financial Practices to distinguish between more and less innovative firms.[12] The questions used here to measure the innovation stance of the firm do so in two ways. First, it captures this phenomenon directly with the question on whether new products have been introduced. Second, it does so indirectly via an examination of human resource, marketing and production strategies. Innovation and a training strategy are closely related (Baldwin, 1999). Focusing on new materials involved innovation. Placing a stress on new markets is an essential part of an

[12] See Baldwin, Chandler et al. (1994) and Johnson, Baldwin and Hinchley (1997).

innovation strategy. The variable included in the estimated regression is the average of the response to the five survey questions listed above.

The third innovation-related variable measures the emphasis that is given to a set of advanced business practices that were found elsewhere to be closely associated with the adoption of advanced technologies (Baldwin, Sabourin, and West, 1999). These practices include "cross-functional design teams, concurrent engineering, continuous improvement (i.e., TQM), benchmarking, plant certification (i.e., ISO 9000), certification of suppliers, just-in-time inventory control, statistical process control, electronic work order management, process simulation, distribution resource planning and quality function deployment". Many of these practices are required to make the best use of of advanced technologies. For example, concurrent engineering complements CAD systems and enables plants to better exploit the capabilities of these new technologies. Use of these practices then allows us to distinguish between those plants that are better managed and those that are not. For the statistical analysis, we make use of a variable that measures the number of these practices that are used in any particular plant.

In addition, binary variables were included to test whether the geographic environment matters.

7.1.2 Market Share Growth

The second equation examines the correlates of growth in market share. Growth in market share is postulated to depend on factors that give a firm an advantage over its competitors. Growth in market share is posited to be a function of both the advantages in labour productivity experienced at the beginning of the period and its growth over the period. In our formulation, growth in relative labour productivity is a proxy for a host of factors that are related to technical efficiency, changes in capital intensity, and other competencies in a firm—from management capabilities to human resource strategies such as training.

Although we already have included advanced technology use in the labour-productivity equation, we also include advanced technology use in the market-share equation to test whether there is an effect of advanced technology on market-share growth that is separate from its effect on the growth in relative labour productivity. Advanced technology use not only allows relative cost gains that are reflected in lower prices, but it also improves the flexibility in the production process and the quality of products produced (Baldwin, Sabourin and Rafiquzzaman, 1996; Baldwin, Sabourin, and West, 1999). As such, it might be expected to have an independent effect on growth in market share independent of its effect on measured labour productivity.

The other variables were essentially the same as were used in the growth in the relative productivity model, except that we included opening-period market share so as to allow for regression-to-the-mean. Baldwin (1995) outlines the inexorable changes that have occurred in the Canadian manufacturing sector in the 1970s in most industries as small plants gained market share and large plants lost market share. The data in Table 3 demonstrate that the same process was taking place during the late 1980s and early 1990s.

7.1.3 Wage Rate, Employment and Profitability Growth

We also estimate three additional models—one examining the correlates of growth in the relative average wage rate over time; another investigating the correlates of the growth in relative firm profitability; and a third one examining the correlates of the growth in employment share over time. These three variables—the relative wage rate, employment share and relative profitability—jointly determine value added at the plant level.[13] Our purpose in investigating the relationship between advanced technology use and each of these variables is to determine whether advanced technology use has more of an influence on one than another. Many of the same independent variables are used in these models as in the productivity growth model.

The wage rate of a plant is measured relative to the industry wage rate. It is calculated as the ratio of wages and salaries to total employment for the establishment divided by the same for the 4-digit industry. Growth of the relative wage rate is then calculated as the difference between the end- and start-year relative wage rates. Relative profitability growth is calculated in a similar fashion, only that profitability at the establishment level is calculated as the value added less wages and salaries divided by value of shipments—a type of price-cost margin. Employment share of an establishment is also calculated relative to the industry of that establishment. Growth in employment share, like the other performance measures, is calculated as the difference between the end-period employment share and the beginning-period employment share.

7.2 Empirical Results

The results of the OLS regression that models several different measures of market performance as a function of advanced technology use are presented in Table 9. Since the data are taken from a survey that randomly sampled the population, weighted estimates are provided. All regressions are estimated against an excluded plant that is Canadian-owned, has not adopted ICTs, does not perform R&D, and is in the Atlantic region.

7.2.1 Growth in Productivity

Growth in relative labour productivity is positively and significantly related to advanced technology use (column 1, Table 9). Plants that have managed to adopt advanced technology by the end of the period have higher productivity growth over the period than those that did not. But it is a particular type of technology use that is associated with the growth in relative labour productivity. Establishments that had adopted only network communications technology were significantly more likely to have higher productivity growth than those that did not. But the real gains came from the joint adoption of all three types of technology—software, hardware, and network communications. These results are significant at the 1% level if capital intensity is not included as an explanatory variable (column 2); and at 5% if it is included (column 1). Regressions were also run (but not reported here) using numbers of advanced technologies adopted, instead of incidence of adoption, as the independent variables. Similar results were found. Plants that made greater use of advanced technologies in the late 1990s experienced

[13] Value added is equal to wL + rK where w is the wage rate, L is employment, r is the profit rate and K is capital.

relatively faster productivity growth during the previous decade. This relationship is particularly strong for plants that adopted network communications technologies.

Significantly higher growth in labour productivity is found to be associated with foreign-controlled establishments. This finding occurs despite the inclusion of size, R&D performance and technology usage. It is sometimes suggested that it is these variables that primarily determine the labour productivity advantages of foreign-controlled plants. But their inclusion here, along with the significant coefficient attached to foreign-controlled plants, indicate that there are still other unmeasured characteristics that give multinationals a productivity advantage.

The coefficient attached to plant size is positive but not significant. The difference in productivity growth between large and small plants in Canada during the early 1990s accords with previous studies dealing with the 1970s and 1980s (Baldwin, 1998; Baldwin and Dhaliwal, 2001). If nationality of ownership is omitted from the regression, however, the coefficient on plant size becomes significant at the 5% level. This suggests a strong link between size and nationality of ownership as it relates to productivity growth. Foreign-controlled establishments tend to be larger than domestic-controlled establishments. But after controlling for nationality of ownership differences, no size advantages are found.

The coefficient on the starting-period productivity variable is negative and highly significant. There is regression-to-the-mean in relative productivity. Plants that started the period with a high relative labour productivity saw their relative labour productivity decline. Equivalently, those plants that were below average in terms of relative labour productivity at the start of the period saw their productivity increase relative to their compatriots.

There is a large, significant effect of the growth in capital intensity on the growth in relative labour productivity. Because there is some overlap in the definitions of labour productivity and profitability, we remove this variable from the estimation to see whether doing so affects the estimated parameters associated with the advanced technology variables (Table 9, column 2). It does not.

Neither R&D performance, nor the other variables (business strategy and business practices) are significant determinants of a plant's relative productivity growth. This suggests that the fixed effects that these variables capture do not bias the estimated impact of technology on productivity growth.

Finally, regional location does not have a consistently significant effect on labour productivity growth—though it should be noted that the omitted region (the Atlantic Provinces) has a slightly superior performance to the other regions. This is consistent with a regression-to-the-mean effect, since this region lags behind the other regions in labour productivity (Zietsma and Sabourin, 2001).[14]

[14] There were no differences in these equations across industries.

7.2.2 Growth in Market Share

Labour productivity at the start of the period and growth in relative labour productivity over the period are both positive and highly significant factors contributing to market share growth (columns 3 and 4, Table 9).

Table 9. OLS Regressions for Productivity and Market Share Growth from 1988 to 1997 (establishment weighted)

	Δ Relative Productivity		Δ Market Share	
	Column 1	Column 2	Column 3	Column 4
Intercept	0.270***	.394***	-0.002	-0.0003
Advanced Technology Use				
Software Only	-0.006	-0.015	-0.0003	-0.0001
Hardware Only	-0.013	0.045	0.004	0.004
Network Communications Only	0.144*	0.165*	0.002	0.003
Software + Hardware Only	0.018	-0.030	-0.001	-0.001
Software + Communications Only	0.021	0.017	0.0004	0.001
Hardware + Communications Only	0.022	0.091	-0.0009	-0.0004
All three	0.098**	0.169***	0.0004	0.0008
Business Practices				
Practices	0.002	-0.001	9e-5	0.0001
Plant Size				
Employment Size-1988	3e-5	4e-5	-4e-6	-4e-6
Nationality of Control				
Foreign	0.296***	0.398***	0.003	0.003**
Capital Intensity				
Profitability change 1988-1997	1.410***	---	-0.003	-0.003
Initial Labour Productivity				
Relative Labour Productivity – 1988	-0.442***	-0.616***	0.002**	---
Labour Productivity Growth				
Relative Labour Productivity Growth	---	---	0.005***	0.004***
Initial Condition				
Market Share – 1988	---	---	-0.035	-0.029
R&D				
Ongoing R&D performer	-0.035	-0.017	0.002**	0.002*
Business Strategy				
Firm's business strategy	0.003	0.003	0.0001*	0.0001*
Region				
Quebec	-0.076	-0.078	-0.0005	-0.0005
Ontario	-0.034	-0.066	-0.001	-0.001
Prairies	-0.113*	-0.133	0.0002	0.0002
British Columbia	-0.069	-0.122	-0.001	-0.0008
Summary Statistics				
N	2362	2367	2362	2362
F(degrees of freedom)	(18, 2343)	(17, 2349)	(20, 2341)	(19, 2342)
	18.94	12.81	4.30	4.65
R^2	0.52	0.33	0.03	0.03

*** statistically significant at the 1% level; ** at the 5% level; * at the 10% level.

Table 10. OLS Regressions for Wage Rate, Profitability and Employment Growth from 1988 to 1997 (establishment weighted)

	Δ Relative Wage Rate	Δ Relative Profitability	Δ Employment Share
Intercept	0.545***	0.543***	0.0008
Advanced technology Use			
Software Only	0.0002	0.139	-0.0002
Hardware Only	0.014	0.263**	0.003
Network Communications Only	0.084**	0.225	0.004
Software + Hardware Only	0.053	-0.037	0.001
Software + Communications Only	0.091***	0.082	0.0005
Hardware + Communications Only	0.064	0.203	-0.002
All three	0.128***	0.237**	0.001
Business Practices			
Practices	-0.003	0.002	-5e-5
Plant Size			
Employment Size-1988	4e-5***	6e-5**	---
Nationality of Control			
Foreign	0.083***	0.263***	0.0004
Capital Intensity			
Profitability change (1988-97)	0.037	---	-0.002
Initial Value			
Relative Wage – 1988	-0.580***	---	---
Profitability –1988	---	-0.889***	---
Employment Share – 1988	---	---	-0.033
R&D			
R&D ongoing performer	-0.036*	0.051	0.002***
Business Strategy			
Firm's business strategy	-0.001	-0.0002	9e-5
Region			
Quebec	-0.070	0.023	-0.001
Ontario	-0.030	-0.181**	-0.001
Prairies	-0.093	-0.076	0.0004
British Columbia	0.014	-0.273**	-0.001
Summary Statistics			
N	2362	2362	2362
F(degrees of freedom)	(18, 2343)	(17, 2344)	(17, 2344)
	16.58	50.21	2.55
R^2	0.33	0.45	0.01

*** statistically significant at the 1% level; ** at the 5% level; * at the 10% level.

But after the effects of relative productivity growth on market share are taken into account, growth in market share is not related to advanced technology use. It is related to whether a plant benefits from the performance of R&D and to whether a set of technology-related business strategies are being pursued. If the innovation-related variables (R&D, business practices and business strategies) are removed—in an unreported regression—then the most sophisticated use of technology variable (the use of all three technologies) becomes significant, as does the use of software and communications technologies by themselves. Establishments that adopt all three types of ICTs are significantly more likely to increase their market share but only when the other innovative variables are removed from the regression. In addition, establishments that adopt communications technologies are also more likely to increase their market share. This accords with our earlier finding that communications technology use at the end of the 1980s was most

closely associated with superior performance during that decade (Baldwin, Diverty, and Sabourin, 1995).

What conclusions can be drawn from this? In previous work, we have found that some firms adopt a very different innovation profile than others do (Baldwin and Johnson, 1996, 1998, 1999). They perform R&D; they stress a number of advanced management practices; *and* they are comprehensive advanced technology users. For this, they are rewarded with growth in market share. Comprehensive technology use matters, but as part of a package of activities.

As with relative labour productivity, there is a regression-to-the-mean process at work in changes in market share. Plants that are larger in 1988 generally lost market share. However this result is not statistically significant. Foreign-controlled plants are gaining market share.

There are no significant regional effects. This result implies that there have been very few changes in the relative importance of plants within industries at the regional level—that the geographic distribution of employment has been relatively constant.[15]

7.2.3 Growth in Wage Rate, Profitability and Employment

Turning to the equations for the relative wage rate, employment share and relative profitability (Table 10), we see that comprehensive technology use is significantly related to relative wage rate and relative profitability. Moreover, being foreign controlled has a positive effect on relative profitability and on the relative wage rate, but it does not affect growth in employment share. In the case of relative wage and relative profitability growth, there is regression-to-the-mean. Employment share also is characterized by regression-to-the-mean, but this effect is not significant.

The R&D variable is only significantly related to the relative wage rate, and the sign of this effect is negative. Plants that have access to R&D do not pay particularly high wages relative to their competitors. As before, neither of the two other firm-effect variables (either business practices or business strategies) is significant. Once more, we argue that this probably means that the technology variable is not just capturing a firm fixed effect that is associated with these plants being generally more innovative.

In summary, advanced technology use emerges from the multivariate analysis as having a close relationship to the growth in relative labour productivity—and it is positively associated with higher relative wage rate growth, and relative profitability growth.

Plants that manage to incorporate advanced technologies, to do so more intensively, and to combine advanced technologies across more functional groups also grew in terms of relative labour productivity. In turn, growth in relative labour productivity is translated into growth in market share.

---

[15] For more on changing regional distributions, see Baldwin and Brown (2001).

It should be noted that advanced technology use not only had an indirect effect on growth in market share via relative productivity growth, it also had a direct effect, albeit in conjunction with innovation in general. This is probably because advanced technologies, along with a general inclination to innovate, increase the flexibility of firms and hence their ability to respond quickly to customer needs, thereby enhancing their market shares.

8. Conclusion

Our understanding of the amount and type of dynamics in the firm population has improved as a result of the development of longitudinal databases that allow us to measure the entry of new firms, and the exit of old ones, and how incumbents change market position as the result of growth and decline. While these databases allow us to measure some aspects of the effects of competition, they do not easily allow us to understand the underlying factors that are generating the change. For this, we need more detail on the underlying characteristics of firms and their plants. This paper has used data on one such characteristic—the incidence of use of advanced technologies—as well as the extent to which plants were pursuing a general strategy of innovation.

One question that is often posed is the extent to which ICTs have an effect on the amount of change that is occurring. This paper has addressed this question by examining whether plants with different growth paths made different use of advanced technologies. Examining differences in success across plants reveals which set of advanced technologies are more appropriate than others. All plants have the same technological capabilities open to them at any point in time. But only a subset of the population chooses to adopt ICTs. By examining which plants and which technologies were more closely associated with success than others, we isolate which of the technological paths were revealed by the competitive process to be the more successful.

We find that the adoption of many of the ICTs was associated with greater growth in labour productivity and market share during the period 1988 to 1997.[16] This finding replicates the results of an earlier paper that examined the relationship between plant performance in the 1980s and advanced technology use (Baldwin, Diverty and Sabourin, 1995). This confirms our view that the adoption of ICTs is one of the keys to growth. And this growth is associated with improvements in labour productivity.

We have also found that communications technologies play a special role in growth. ICTs are built around the capabilities of computers. The computer-assisted machines not only allow for precision cutting, shaping and forming; computer technologies permit the acquisition of large amounts of information that in turn permit monitoring, evaluation, and rapid adaptation to changing circumstances. The capabilities of the new technologies have been referred to as bringing about the soft-manufacturing revolution (Bylinsky, 1994). The new advanced technologies permit the advantages of machines to be effectively combined with human cognitive capabilities. And it is in this area where advanced technology adoption appears from the evidence adduced here to have had the greatest impact.

[16] Weaker effects are also found for ICT adoption on relative wage rate growth and relative profitability growth.

Several caveats to the results summarized above are, however, necessary. Our results do not show that simply purchasing advanced technologies necessarily leads to success. We have shown that plants that successfully implement ICTs (those who report that they possess such equipment) do better than others. But implementation requires a number of skills. It requires a human-resource strategy to develop the necessary worker skills (Baldwin, 1999, 2000). It requires that firms overcome financing problems associated with acquiring the new and untried technologies (Baldwin and Lin, 2001). Innovation, even on the technical side, is often accompanied by the development of best practices in quality control and engineering (Baldwin and Sabourin, 2000).

In this paper, we have focused on only one characteristic of manufacturing plants—their technological sophistication. But we recognize that plants rarely distinguish themselves from others in only one dimension. Baldwin and Johnson (1996, 1998) demonstrate that innovative and non-innovative firms differ in a number of dimensions simultaneously—in terms of the emphasis placed on marketing, human resources, financing, and technological developments. Technology is just one part of the puzzle that creates a successful firm. That said, it is a key piece, as this paper has shown. Plants that adopt advanced technologies become more productive and grow more quickly. That they have to master a number of skills to be successful does not subtract from the central importance of mastering a way to successfully introduce ICTs into the business operations of manufacturing plants.

Appendix A

In order to examine growth over time, we use only those establishments for which economic performance data are available over a ten-year period. The period of study is the ten-year period 1988 to 1997 inclusive. Of the 3,699 establishments in the original sample, 2,113 are present throughout the ten-year period.

Since reduced samples of continuing establishments such as those used here are sometimes not representative of the population as a whole, it is useful to examine the differences between the sample that we have used and the population to understand where differences arise. Size and industry distributions of the sample used are provided in Table A.1 for the total population of manufacturing establishments and for the 'continuers' population in 1997, for all establishments with at least 10 or more employees. With essentially the same industry composition as the total population, the 'continuers' in our sample are generally representative of the population of establishments, at least in terms of industry composition, and to a slightly lesser extent for size.

Table A.1. Size and Industry Distribution of Continuers and Total Manufacturing Population (Establishment Weighted)

Characteristics	Total Population (10 or more employees)	Continuers Population (10 or more employees)
	(percentage of establishments)	
Size		
• Small (10-99 employees)	83	72
• Medium (100-249 employees)	11	19
• Large (250 plus employees)	6	9
Industry (2-digit)		
• Chemicals & Petroleum	5	5
• Electrical & Electronics	6	5
• Fabricated Metals	20	18
• Furniture	5	6
• Industrial Machinery	7	7
• Non-Metallic Minerals	4	5
• Paper	3	4
• Primary metals	2	2
• Printing & Publishing	10	9
• Rubber & Plastics	6	6
• Textiles	10	10
• Tobacco & Beverages	1	1
• Transportation	6	5
• Wood	10	11
• Other	7	7
All	100	100

References

Baily, M., C. Hulten and D. Campbell. 1992. "Productivity Dynamics in Manufacturing Plants". *Brookings Papers on Economic Activity: Microeconomics 1992*. pp. 187-267.

Baldwin, J.R. 1995. *The Dynamics of Industrial Competition. A North American Perspective*. Cambridge: Cambridge University Press.

Baldwin, J.R. 1996a. "Productivity Growth, Plant Turnover and Restructuring in the Canadian Manufacturing Sector". In D. Mayes (ed.) *Sources of Productivity Growth* Cambridge: Cambridge University Press.

Baldwin, J.R. 1996b. "Innovation: The Key to Success in Small Firms". In J. de la Mothe and G. Paquette (eds.) *Evolutionary Economics and the New International Political Economy*. London: Pinter.

Baldwin, J.R. 1998. "Were Small Firms the Engines of Growth in the 1980s"? *Small Business Economics* 10: 349-64.

Baldwin, J.R. 1999. *Innovation, Training and Success*. Research Paper No. 137. Analytical Studies Branch. Ottawa: Statistics Canada.

Baldwin, J.R. 2000. *Innovation and Training in New Firms*. Research Paper No. 123. Analytical Studies Branch. Ottawa: Statistics Canada.

Baldwin, J.R., D. Beckstead, N. Dhaliwal, R. Durand, V. Gaudreault, T. Harchaoui, J. Hosein, M. Kaci, J.-P. Maynard. 2001. *Productivity Growth in Canada*. Catalogue 15-204. Ottawa: Statistics Canada.

Baldwin, J.R. and M. Brown. 2001. *Dynamics of the Canadian Manufacturing Sector in Metropolitan and Rural Regions*. Research Paper No. 169. Analytical Studies Branch. Ottawa: Statistics Canada. Forthcoming.

Baldwin, J.R., William Chandler, Can Le and Tom Papailiadis. 1994. *Strategies for Success: A Profile of Growing Small and Medium-sized Enterprises in Canada*. Catalogue 61-523. Ottawa: Statistics Canada.

Baldwin, J.R. and N. Dhaliwal. 2001. "Heterogeneity in Labour Productivity Growth in Manufacturing: Differences Between Domestic and Foreign Controlled Establishments". In *Productivity Growth in Canada*. Catalogue 15-204, pp. 51-76. Ottawa: Statistics Canada.

Baldwin, J.R., B. Diverty. 1995. *Advanced Technology Use in Canadian Manufacturing Establishments*. Research Paper No. 85. Analytical Studies Branch. Ottawa: Statistics Canada.

Baldwin, J.R., B. Diverty and D. Sabourin. 1995. *Technology Use and Industrial Transformation: Empirical Perspectives*. In T. Courchesne (ed.) *Technology, Information, and Public Policy*. John Deutsch Institute for the Study of Economic Policy. Kingston, Ontario: Queens University. (See also Research Paper No. 75, Analytical Studies Branch. Ottawa: Statistics Canada.)

Baldwin, J.R., Tara Gray, Joanne Johnson, Jody Proctor, Mohammed Rafiquzzaman and David Sabourin. 1997. *Failing Concerns: Business Bankruptcy in Canada*. Catalogue 61-525. Ottawa: Statistics Canada.

Baldwin, J.R. and P.K. Gorecki. 1991. "Productivity Growth and the Competitive Process: the role of firm and plant turnover". In P.A. Geroski and J. Schwalbach (eds.) *Entry and Market Contestability: An International Comparison*. Oxford: Basil Blackwell.

Baldwin, J.R. and J. Johnson. 1996. "Business Strategies in Innovative and Non-Innovative Firms in Canada". *Research Policy* 25: 785-804.

Baldwin, J.R. and J. Johnson. 1998. "Innovator Typologies, Related Competencies, and Performance". In *Microfoundations of Economic Growth: A Schumpeterian Perspective*. Edited by G. Eliasson, C. Green, and C. McCann Jr. The University of Michigan Press. Ann Arbor, MI. pp. 227-53.

Baldwin, J.R. and J. Johnson. 1999. "Entry, Innovation and Firm Growth". In *Are Small Firms Important? Their Role and Impact*. Edited by Z. Acs. Dordrecht: Kluwer. 1999. pp. 51-71.

Baldwin, J.R. and Petr Hanel. 2002. *Knowledge Creation and Innovation in an Open Economy*. Cambridge: Cambridge University Press. Forthcoming.

Baldwin, J.R. and Z. Lin. 2001. "Impediments to Advanced Technology Adoption for Canadian Manufacturers". Research Paper No. 173. Analytical Studies Branch. Ottawa: Statistics Canada.

Baldwin, J.R. and D. Sabourin. 2000. "Innovative Activity in Canadian Food Processing Establishments: The Importance of Engineering Practices". *International Journal of Technology Management*, Vol. 20, No. 5, pp. 511-527.

Baldwin, J.R. and D. Sabourin. 2002. "The Effect of Changing Technology Use on Productivity Performance". Research Paper. Analytical Studies Branch. Ottawa: Statistics Canada. Forthcoming.

Baldwin, J.R., D. Sabourin and M. Rafiquzzaman. 1996. *Benefits and Problems Associated with Technology Adoption in Canadian Manufacturing*. Catalogue 88-514. Ottawa: Statistics Canada.

Baldwin, J.R., David Sabourin and D. West. 1999. *Advanced Technology in the Canadian Food-Processing Industry*. Catalogue No. 88-518. Ottawa: Statistics Canada.

Beaumont, N.B. and R.M. Schroder. 1997. "Technology, Manufacturing Performance and Business Performance amongst Australian Manufacturers". *Technovation* Vol. 17 No.6, pp. 297-307.

Bartelsman, E. and P. Dhrymes. 1998. "Productivity Dynamics: U.S. Manufacturing Plants, 1972-1986". *Journal of Productivity Analysis*, Vol 9, pp. 5-34.

Bylinsky, G. 1994. "The Digital Factory". *Fortune* November 14, 1994.

Caves, R.E. 1982. *Multinational Enterprise and Economic Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.

Dilling-Hansen, M., T. Eriksson, E.S. Madsen and V. Smith. 1999. "The Impact of R&D on Productivity: Evidence from Danish Firm-level Data". International Conference on Comparative Analysis of Enterprise Data, The Hague, The Netherlands.

Doms, M., T. Dunne and M. Roberts. 1994. *The Role of Technology Use in the Survival and Growth of Manufacturing Plants*. Mimeo. U.S. Bureau of the Census, Center for Economic Studies.

Doms, M., T. Dunne and K. Troske. 1997. "Workers, Wages and Technology". *The Quarterly Journal of Economics*. Vol. CXII, pp. 253-290.

Dosi, G. and L. Marengo. 1994. "Some Elements of an Evolutionary Theory of Organizational Competencies". In *Evolutionary Concepts in Contemporary Economics* Edited by R. England. University of Michigan Press. pp. 157-78.

Dunne, T. and J. Schmitz Jr. 1995. "Wages, Employment Structure and Employer Size-Wage Premia: Their Relationship to Advanced-technology Usage at U.S. Manufacturing Establishments". *Economica*. Vol. 62, pp. 89-107.

Geroski, P. 1989. "Entry, Innovation and Productivity Growth". *The Review of Economics and Statistics*. Vol. LXXI, No. 4, pp. 572-578.

Hall, B. and J. Mairesse. 1995. "Exploring the Relationship between R&D and Productivity in French Manufacturing Firms". *Journal of Econometrics* 65: 265-93.

Jensen, J., R. McGuckin and K. Stiroh. 2000. "The Impact of Vintage and Survival on Productivity: Evidence from Cohorts of U. S. Manufacturing Plants". Mimeo. U.S. Bureau of the Census, Center for Economic Studies.

Johnson, Joanne, J.R. Baldwin and Christine Hinchley. 1997. *Successful Entrants: Creating the Capacity for Survival and Growth*. Catalogue No. 61-524. Ottawa: Statistics Canada.

Lichtenberg, F.R. and D. Siegel. 1991. "The Impact of R&D Investment on Productivity: New Evidence using linked R&D-LRD data". *Economic Inquiry* 29: 203-28.

McGuckin, R., M. Streitwieser and M. Doms. 1996. "Advanced Technology Usage and Productivity Growth". *Economics of Innovation and New Technology* 7: 1-26.

Power, L. 1998. "The Missing Link: Technology, Investment and Productivity". *The Review of Economics and Statistics*. Vol. 80, No. 2, pp. 300-313.

Prahalad, C.K. and G. Hamel. 1990 "The Core Competencies of the Corporation". *Harvard Business Review* May-June 79-91.

Rischel, T.D., O.M. Burns. 1997. "The Impact of Technology on Small Manufacturing Firms". *The Journal of Small Business Management*. Vol. 35I, pp. 2-10.

Salter, W.E. 1966. *Productivity and Technical Change*. Cambridge: Cambridge University Press.

Sabourin, D. and D. Beckstead. 1999. *Technology Adoption in Canadian Manufacturing 1998*. Working Paper ST-99-05. Science, Innovation and Electronic Information Division. Ottawa: Statistics Canada.

Stoneman, P. and M.J. Kwon. 1996. "Technology Adoption and Firm Profitability". *The Economic Journal*. Vol. 106, pp. 952-962.

Ten Raa, T. and E.N. Wolff. 1999. *Engines of Growth in the U.S. Economy*. ECIS/SCED Conference on Economic Growth, Trade and Technology, 3-4 October, Eindhoven.

Teece, D., G. Pisano and A. Shuen. 1997. "Dynamic Capabilities and Strategic Management". *Strategic Management Journal* 18: 509-533.

Tracey, M., M.A. Vonderrembse, J.S. Lim. 1999. "Manufacturing Technology and Strategy Formulation: Keys to Enhancing Competitiveness and Improving Performance". *Journal of Operations Management*. Vol. 17, pp. 4111-4128.

Van Meijl, H. 1995. "Endogenous Technological Change: The Case of Information Technology. Theoretical Considerations and Empirical Results". MERIT, University of Limburg, Maastricht, p. 289.

Zietsma, D. and D. Sabourin. 2001. "Interprovincial Productivity Differences". *Canadian Economic Observer* August. Catalogue No. 11-010. Ottawa: Statistics Canada, pp. 3.1-3.10.

ANALYTICAL STUDIES BRANCH

RESEARCH PAPER SERIES

No. 1 *Behavioural Response in the Context of Socio-Economic Microanalytic Simulation,* ***Lars Osberg (April 1986)***

No. 2 *Unemployment and Training,* ***Garnett Picot (1987)***

No. 3 *Homemaker Pensions and Lifetime Redistribution,* ***Michael Wolfson (August 1987)***

No. 4 *Modeling the Lifetime Employment Patterns of Canadians,* ***Garnett Picot (Winter 1986)***

No. 5 *Job Loss and Labour Market Adjustment in the Canadian Economy,* ***Garnett Picot and Ted Wannell (1987)***

No. 6 *A System of Health Statistics: Toward a New Conceptual Framework for Integrating Health Data,* ***Michael C. Wolfson (March 1990)***

No. 7 *A Prototype Micro-Macro Link for the Canadian Household Sector,* ***Hans J. Adler and Michael C. Wolfson (August 1987)***

No. 8 *Notes on Corporate Concentration and Canada's Income Tax,* ***Michael C. Wolfson (October 1987)***

No. 9 *The Expanding Middle: Some Canadian Evidence on the Deskilling Debate,* ***John Myles (Fall 1987)***

No. 10 *The Rise of the Conglomerate Economy,* ***Jorge Niosi (1987)***

No. 11 *Energy Analysis of Canadian External Trade: 1971 and 1976,* ***K.E. Hamilton (1988)***

No. 12 *Net and Gross Rates of Land Concentration,* ***Ray D. Bollman and Philip Ehrensaft (1988)***

No. 13 *Cause-Deleted Life Tables for Canada (1972 to 1981): An Approach Towards Analyzing Epidemiological Transition,* ***Dhruva Nagnur and Michael Nagrodski (November 1987)***

No. 14 *The Distribution of the Frequency of Occurrence of Nucleotide Subsequences, Based on Their Overlap Capability,* ***Jane F. Gentleman and Ronald C. Mullin (1988)***

No. 15 *Immigration and the Ethnolinguistic Character of Canada and Quebec,* ***Réjean Lachapelle (1988)***

No. 16 Integration of Canadian Farm and Off-Farm Markets and the Off-Farm Work of Women, Men and Children, ***Ray D. Bollman and Pamela Smith (1988)***

No. 17 Wages and Jobs in the 1980s: Changing Youth Wages and the Declining Middle, ***J. Myles, G. Picot and T. Wannell (July 1988)***

No. 18 A Profile of Farmers with Computers, ***Ray D. Bollman (September 1988)***

No. 19 Mortality Risk Distributions: A Life Table Analysis, ***Geoff Rowe (July 1988)***

No. 20 Industrial Classification in the Canadian Census of Manufactures: Automated Verification Using Product Data, ***John S. Crysdale (January 1989)***

No. 21 Consumption, Income and Retirement, ***A.L. Robb and J.B. Burbridge (1989)***

No. 22 Job Turnover in Canada's Manufacturing Sector, ***John R. Baldwin and Paul K. Gorecki (Summer 1989)***

No. 23 Series on The Dynamics of the Competitive Process, ***John R. Baldwin and Paul K. Gorecki (1990)***

- *A. Firm Entry and Exit Within the Canadian Manufacturing Sector.*
- *B. Intra-Industry Mobility in the Canadian Manufacturing Sector.*
- *C. Measuring Entry and Exit in Canadian Manufacturing: Methodology.*
- *D. The Contribution of the Competitive Process to Productivity Growth: The Role of Firm and Plant Turnover.*
- *E. Mergers and the Competitive Process.*
- *F. n/a*
- *G. Concentration Statistics as Predictors of the Intensity of Competition.*
- *H. The Relationship Between Mobility and Concentration for the Canadian Manufacturing Sector.*

No. 24 Mainframe SAS Enhancements in Support of Exploratory Data Analysis, ***Richard Johnson, Jane F. Gentleman and Monica Tomiak (1989)***

No. 25 Dimensions of Labour Market Change in Canada: Intersectoral Shifts, Job and Worker Turnover, ***John R. Baldwin and Paul K. Gorecki (1989)***

No. 26 The Persistent Gap: Exploring the Earnings Differential Between Recent Male and Female Postsecondary Graduates, ***Ted Wannell (1989)***

No. 27 Estimating Agricultural Soil Erosion Losses From Census of Agriculture Crop Coverage Data, ***Douglas F. Trant (1989)***

No. 28 Good Jobs/Bad Jobs and the Declining Middle: 1967-1986, ***Garnett Picot, John Myles, Ted Wannel (1990)***

No. 29 Longitudinal Career Data for Selected Cohorts of Men and Women in the Public Service, 1978-1987, ***Garnett Picot and Ted Wannell (1990)***

No. 30 Earnings and Death-Effects Over a Quarter Century, ***Michael Wolfson, Geoff Rowe, Jane F. Gentleman and Monica Tomiak (1990)***

No. 31 Firm Response to Price Uncertainty: Tripartite Stabilization and the Western Canadian Cattle Industry, ***Theodore M. Horbulyk (1990)***

No. 32 Smoothing Procedures for Simulated Longitudinal Microdata, ***Jane F. Gentleman, Dale Robertson and Monica Tomiak (1990)***

No. 33 Patterns of Canadian Foreign Direct Investment Abroad, ***Paul K. Gorecki (1990)***

No. 34 POHEM - A New Approach to the Estimation of Health Status Adjusted Life Expectancy, ***Michael C. Wolfson (1991)***

No. 35 Canadian Jobs and Firm Size: Do Smaller Firms Pay Less?, ***René Morissette (1991)***

No. 36 Distinguishing Characteristics of Foreign High Technology Acquisitions in Canada's Manufacturing Sector, ***John R. Baldwin and Paul K. Gorecki (1991)***

No. 37 Industry Efficiency and Plant Turnover in the Canadian Manufacturing Sector, ***John R. Baldwin (1991)***

No. 38 When the Baby Boom Grows Old: Impacts on Canada's Public Sector, ***Brian B. Murphy and Michael C. Wolfson (1991)***

No. 39 Trends in the Distribution of Employment by Employer Size: Recent Canadian Evidence, ***Ted Wannell (1991)***

No. 40 Small Communities in Atlantic Canada: Their Industrial Structure and Labour Market Conditions in the Early 1980s, ***Garnett Picot and John Heath (1991)***

No. 41 The Distribution of Federal/Provincial Taxes and Transfers in Rural Canada, ***Brian B. Murphy (1991)***

No. 42 Foreign Multinational Enterprises and Merger Activity in Canada, ***John Baldwin and Richard Caves (1992)***

No. 43 Repeat Users of the Unemployment Insurance Program, ***Miles Corak (1992)***

No. 44 POHEM -- A Framework for Understanding and Modeling the Health of Human Populations, ***Michael C. Wolfson (1992)***

No. 45 A Review of Models of Population Health Expectancy: A Micro-Simulation Perspective, ***Michael C. Wolfson and Kenneth G. Manton (1992)***

No. 46 Career Earnings and Death: A Longitudinal Analysis of Older Canadian Men, ***Michael C. Wolfson, Geoff Rowe, Jane Gentleman and Monica Tomiak (1992)***

No. 47 Longitudinal Patterns in the Duration of Unemployment Insurance Claims in Canada, ***Miles Corak (1992)***

No. 48 The Dynamics of Firm Turnover and the Competitive Process, ***John Baldwin (1992)***

No. 49 Development of Longitudinal Panel Data from Business Registers: Canadian Experience, ***John Baldwin, Richard Dupuy and William Penner (1992)***

No. 50 The Calculation of Health-Adjusted Life Expectancy for a Canadian Province Using a Multi-Attribute Utility Function: A First Attempt, ***J.-M. Berthelot, R. Roberge and M.C. Wolfson (1992)***

No. 51 Testing the Robustness of Entry Barriers, ***J.R. Baldwin and M. Rafiquzzaman (1993)***

No. 52 Canada's Multinationals: Their Characteristics and Determinants, ***Paul K. Gorecki (1992)***

No. 53 The Persistence of Unemployment: How Important were Regional Extended Unemployment Insurance Benefits?, ***Miles Corak, Stephen Jones (1993)***

No. 54 Cyclical Variation in the Duration of Unemployment Spells, ***Miles Corak (1992)***

No. 55 Permanent Layoffs and Displaced Workers: Cyclical Sensitivity, Concentration, and Experience Following the Layoff, ***Garnett Picot and Wendy Pyper (1993)***

No. 56 The Duration of Unemployment During Boom and Bust, ***Miles Corak (1993)***

No. 57 Getting a New Job in 1989-90 in Canada, ***René Morissette (1993)***

No. 58 Linking Survey and Administrative Data to Study Determinants of Health, ***P. David, J.-M. Berthelot and C. Mustard (1993)***

No. 59 Extending Historical Comparability in Industrial Classification, ***John S. Crysdale (1993)***

No. 60 What is Happening to Earnings Inequality in Canada?, ***R. Morissette, J. Myles and G. Picot (June 1994)***

No. 61 Structural Change in the Canadian Manufacturing Sector, (1970-1990), ***J. Baldwin and M. Rafiquzzaman (July 1994)***

No. 62 Unemployment Insurance, Work Disincentives, and the Canadian Labour Market: An Overview, ***Miles Corak (January 1994)***

No. 63 Recent Youth Labour Market Experiences in Canada, ***Gordon Betcherman and René Morissette (July 1994)***

No. 64 A Comparison of Job Creation and Job Destruction in Canada and the United States, ***John Baldwin, Timothy Dunne and John Haltiwanger (July 1994)***

No. 65 What is Happening to Weekly Hours Worked in Canada?, ***René Morissette and Deborah Sunter (June 1994)***

No. 66 Divergent Inequalities -- Theory, Empirical Results and Prescriptions, ***Michael C. Wolfson (May 1995)***

No. 67 XEcon: An Experimental / Evolutionary Model of Economic Growth, ***Michael C. Wolfson (June 1995)***

No. 68 The Gender Earnings Gap Among Recent Postsecondary Graduates, 1984-92, ***Ted Wannell and Nathalie Caron (November 1994)***

No. 69 A Look at Employment-Equity Groups Among Recent Postsecondary Graduates: Visible Minorities, Aboriginal Peoples and the Activity Limited, ***Ted Wannell and Nathalie Caron (November 1994)***

No. 70 Employment Generation by Small Producers in the Canadian Manufacturing Sector, ***John R. Baldwin and Garnett Picot (November 1994)***

No. 71 Have Small Firms Created a Disproportionate Share of New Jobs in Canada? A Reassessment of the Facts, ***Garnett Picot, John Baldwin and Richard Dupuy (November 1994)***

No. 72 Selection Versus Evolutionary Adaptation: Learning and Post-Entry Performance, ***J. Baldwin and M. Rafiquzzaman (May 1995)***

No. 73 Business Strategies in Innovative and Non-Innovative Firms in Canada, ***J. Baldwin and J. Johnson (February 1995)***

No. 74 Human Capital Development and Innovation: The Case of Training in Small and Medium Sized-Firms, ***J. Baldwin and J. Johnson (March 1995)***

No. 75 Technology Use and Industrial Transformation: Emprirical Perspectives, ***John Baldwin, Brent Diverty and David Sabourin (August 1995)***

No. 76 Innovation: The Key to Success in Small Firms, ***John R. Baldwin (February 1995)***

No. 77 The Missing Link: Data on the Demand side of Labour Markets, ***Lars Osberg (April 1995)***

No. 78 Restructuring in the Canadian Manufacturing Sector from 1970 to 1990: Industry and Regional Dimensions of Job Turnover, ***J. Baldwin and M. Rafiquzzaman (July 1995)***

No. 79 Human Capital and the Use of Time, ***Frank Jones (June 1995)***

No. 80 Why Has Inequality in Weekly Earnings Increased in Canada?, ***René Morissette (July 1995)***

No. 81 Socio-Economic Statistics and Public Policy: A New Role For Microsimulation Modeling, ***Michael C. Wolfson (July 1995)***

No. 82 Social Transfers, Changing Family Structure, and Low Income Among Children, ***Garnett Picot and John Myles (September 1995)***

No. 83 Alternative Measures of the Average Duration of Unemployment, ***Miles Corak and Andrew Heisz (October 1995)***

No. 84 The Duration of Unemployment: A User Guide, ***Miles Corak and Andrew Heisz (December 1995)***

No. 85 Advanced Technology Use in Manufacturing Establishments, ***John R. Baldwin and Brent Diverty (November 1995)***

No. 86 Technology Use, Training and Plant-Specific Knowledge in Manufacturing Establishments, ***John R. Baldwin, Tara Gray and Joanne Johnson (December 1995)***

No. 87 Productivity Growth, Plant Turnover and Restructuring in the Canadian Manufacturing Sector, ***John R. Baldwin (November 1995)***

No. 88 Were Small Producers the Engines of Growth in the Canadian Manufacturing Sector in the 1980s?, ***John R. Baldwin (October 1996)***

No. 89 The Intergenerational Income Mobility of Canadian Men, ***Miles Corak and Andrew Heisz (January 1996)***

No. 90 The Evolution of Payroll Taxes in Canada: 1961 - 1993, ***Zhengxi Lin, Garnett Picot and Charles Beach (February 1996)***

No. 91 Project on Matching Census 1986 Database and Manitoba Health Care Files: Private Households Component, ***Christian Houle, Jean-Marie Berthelot, Pierre David, Cam Mustard, L. Roos and M.C. Wolfson (March 1996)***

No. 92 Technology-induced Wage Premia in Canadian Manufacturing Plants during the 1980s, ***John Baldwin, Tara Gray and Joanne Johnson (December 1996)***

No. 93 Job Creation by Company Size Class: Concentration and Persistence of Job Gains and Losses in Canadian Companies, ***Garnett Picot and Richard Dupuy (April 1996)***

No. 94 Longitudinal Aspects of Earnings Inequality in Canada, ***René Morissette and Charles Bérubé (July 1996)***

No. 95 Changes in Job Tenure and Job Stability in Canada, ***Andrew Heisz (November 1996)***

No. 96 Are Canadians More Likely to Lose Their Jobs in the 1990s?, ***Garnett Picot and Zhengxi Lin (August 6, 1997)***

No. 97 Unemployment in the Stock and Flow, ***Michael Baker, Miles Corak and Andrew Heisz (September 1996)***

No. 98 The Effect of Technology and Trade on Wage Differentials Between Nonproduction and Production Workers in Canadian Manufacturing, ***John R. Baldwin and Mohammed Rafiquzzaman (May 1998)***

No. 99 Use of POHEM to Estimate Direct Medical Costs of Current Practice and New Treatments Associated with Lung Cancer in Canada, ***C. Houle, B.P. Will, J.-M. Berthelot, Dr. W.K. Evans (May 1997)***

No. 100 An Experimental Canadian Survey That Links Workplace Practices and Employee Outcomes: Why it is Needed and How it Works, ***Garnett Picot, Ted Wannell (May 1997)***

No. 101 Innovative Activity in Canadian Food Processing Establishments: The Importance of Engineering Practices, ***John Baldwin and David Sabourin (November 1999)***

No. 102 Differences in Strategies and Performances of Different Types of Innovators, ***John R. Baldwin and Joanne Johnson (December 1997)***

No. 103 Permanent Layoffs in Canada: Overview and Longitudinal Analysis, ***Garnett Picot, Zhengxi Lin and Wendy Pyper (September, 1997)***

No. 104 Working More? Working Less? What do Canadian Workers Prefer? ***Marie Drolet and René Morissette (May 20, 1997)***

No. 105 Growth of Advanced Technology Use in Canadian Manufacturing During the 1990's, ***by John Baldwin, Ed Rama and David Sabourin (December 14, 1999)***

No. 106 Job Turnover and Labour Market Adjustment in Ontario from 1978 to 1993, ***by Zhengxi Lin and Wendy Pyper (1997)***

No. 107 The Importance of Research and Development for Innovation in Small and Large Canadian Manufacturing Firms, ***John R. Baldwin (September 24, 1997)***

No. 108 International Competition and Industrial Performance: Allocative Efficiency, Productive Efficiency, and Turbulence, ***John R. Baldwin and Richard E. Caves (October 1997)***

No. 109 The Dimensions of Wage Inequality among Aboriginal Peoples, ***Rachel Bernier (December 1997)***

No. 110 Trickling Down or Fizzling Out? Economic Performance, Transfers, Inequality and Low Income, ***Myles Zyblock and Zhengxi Lin (December 10, 1997)***

No. 111 Corporate Financial Leverage: A Canada - U.S. Comparison, 1961-1996, ***Myles Zyblock (December 1997)***

No. 112 An explanation of the Increasing Age Premium, ***Constantine Kapsalis (July 1998)***

No. 113 The Intergenerational Earnings and Income Mobility of Canadian Men: Evidence from Longitudinal Income Tax Data, ***Miles Corak and Andrew Heisz (October, 1998)***

No. 114 Foreign-Born vs Native-Born Canadians: A Comparison of Their Inter-Provincial Labour Mobility, ***Zhengxi Lin (September 1998)***

No. 115 Living Arrangements and Residential Overcrowding: the situation of older immigrants in Canada, 1991, ***K.G. Basavarajappa (September 1998)***

No. 116 What is Happening to Earnings Inequality and Youth Wages in the 1990s?, ***Garnett Picot (July 1998)***

No. 117 The Determinants of the Adoption Lag for Advanced Manufacturing Technologies, ***John R. Baldwin and Mohammed Rafiquzzaman (August 1998)***

No. 118 Labour Productivity Differences Between Domestic and Foreign-Controlled Establishments in the Canadian Manufacturing Sector, ***John R. Baldwin and Naginder Dhaliwal (March 1, 2000)***

No. 119 Technology Adoption: A Comparison Between Canada and the United States, ***John R. Baldwin and David Sabourin (August 1998)***

No. 120 Are There High-Tech Industries or Only High-Tech Firms? Evidence From New Technology-Based firms, ***John R. Baldwin and Guy Gellatly (December 1998)***

No. 121 A Portrait of Entrants and Exits, ***John R. Baldwin (June 1999)***

No. 122 Determinants of Innovative Activity in Canadian Manufacturing Firms: The Role of Intellectual Property Right, ***John R. Baldwin, Petr Hanel and David Sabourin (March 7, 2000)***

No. 123 Innovation and Training in New Firms ***John R. Baldwin (November 2000)***

No. 124 New Views on Inequality Trends in Canada and the United States, ***Michael C. Wolfson and Brian B. Murphy (August 1998 and October 1999)***

No. 125 Employment Insurance in Canada: Recent Trends and Policy Changes, ***Zhengxi Lin (September 1998)***

No. 126 Computers, Fax Machines and Wages in Canada: What Really Matters?, ***René Morissette and Marie Drolet (October 1998)***

No. 127 Understanding the Innovation Process: Innovation in Dynamic Service Industries, ***Guy Gellatly and Valerie Peters (December 1999)***

No. 128 Recent Canadian Evidence on Job Quality by Firm Size, ***Marie Drolet and René Morissette (November 1998)***

No. 129 Distribution, Inequality and Concentration of Income Among Older Immigrants in Canada, 1990 , ***K.G. Basavarajappa (April 1999)***

No. 130 Earnings Dynamics and Inequality among Canadian Men, 1976-1992: Evidence from Longitudinal Income Tax Records, ***Michael Baker and Gary Solon (February 1999)***

No. 131 The Returns to Education, and the Increasing Wage Gap Between Younger and Older Workers, ***C. Kapsalis, R. Morissette and G. Picot (March 1999)***

No. 132 Why Do Children Move Into and Out of Low Income: Changing Labour Market Conditions or Marriage and Divorce?, ***G. Picot, M. Zyblock and W. Pyper (March 1999)***

No. 133 Rising Self-Employment in the Midst of High Unemployment: An Empirical Analysis of Recent Developments in Canada, ***Zhengxi Lin, Janice Yates and Garnett Picot (March 1999)***

No. 134 The Entry and Exit Dynamics of Self-Employment in Canada, ***Zhengxi Lin, Garnett Picot and Janice Yates (March 1999)***

No. 135 *Death and Divorce: The Long-term Consequences of Parental Loss on Adolescents,* ***Miles Corak (June 9, 1999)***

No. 136 *In progress* ***(Frank Jones)***

No. 137 *Innovation, Training and Success,* ***John Baldwin (October 1999)***

No. 138 *The Evolution of Pension Coverage of Young and Older Workers in Canada,* ***René Morissette and Marie Drolet (December 1999)***

No. 139 *Import Competition and Market Power: Canadian Evidence,* ***Aileen J. Thompson (April 2000)***

No. 140 *Gender Composition and Wages: Why is Canada Different from the United States,* ***Michael Baker and Nicole Fortin (August 2000)***

No. 141 *The Transition to Work for Canaddian University Graduates: Time to First Job, 1982-1990,* ***Julian Betts, Christopher Ferrall and Ross Finnie (December 2000)***

No. 142 *Who Moves? A Panel Logit Model Analysis of Interprovincial Migration in Canada,* ***Ross Finnie (August 2000)***

No. 143 *Differences in Innovator and Non-Innovator Profiles: Small Establishments in Business Services,* ***Guy Gellatly (December 1999)***

No. 144 *Social Transfers, Earnings and Low-Income Intensity Among Canadian Children, 1981-1996: Highlighting Recent Development in Low-Income Measurement,* ***John Myles and Garnett Picot (March 2000)***

No. 145 *How Much of Canada's Unemployment is Structural?,* ***Lars Osberg and Zhengxi Lin (October 2000)***

No. 146 *To What Extent Are Canadians Exposed to Low-Income?,* ***René Morissette and Marie Drolet (April, 2000)***

No. 147 *The Maturation of Canada's Retirement Income System: Income Levels, Income Inequality and Low-Income among the Elderly,* ***John Myles (March 6, 2000)***

No. 148 *The Performance of the 1990s Canadian Labour Market,* ***Garnett Picot and Andrew Heisz (April, 2000)***

No. 149 *Payroll Taxes in Canada Revisited: Structure, Statutory Parameters, and Recent Trends* ***Zhengxi Lin (March 2001)***

No. 150 *Patterns of Corporate Diversification in Canada: An Empirical Analysis,* ***John R. Baldwin, Desmond Beckstead,Guy Gellatly and Alice Peters (June, 2000)***

No. 151 Multinationals and the Canadian Innovation Process, ***John R. Baldwin and Petr Hanel (June, 2000)***

No. 152 Rural Youth: Stayers, Leavers and Return Migrants, ***Richard Dupuy, Francine Mayer and René Morissette (September 5, 2000)***

No. 153 Female Employment Rates and Labour Market Attachment in Rural Canada, ***Euan Phimster, Esperanza Vera Toscano, Alfons Weersink (December 2000)***

No. 154 Training as a Human Resource Strategy: The Response to Staff Shortages and Technological Change, ***John R. Baldwin and Valerie Peters (April 2001)***

No. 155 Job Tenure, Worker Mobility and the Youth Labour Market during the 1990s, ***G. Picot, A. Heisz and A. Nakamura (March 2001)***

No. 156 The Impact of International Trade on the Wages of Canadians, ***Omar Zakhilwal (December 2000)***

No. 157 The Persistent Gap: New Evidence on the Canadian Gender Wage Gap, ***Marie Drolet (December 2000)***

No. 158 In Search of Intergenerational Credit Constraints Among Canadian Men: Quantile Versus Mean Regression Tests for Binding Crefdit Constraints, ***Nathan D. Grawe (December 2000)***

No. 159 Intergenerational Influences on the Receipt of Unemployment Insurance in Canada and Sweden, ***Miles Corak, Bjorn Gustaffson and Torun Osterberg (December 2000)***

No. 160 Neighbourhood Inequality in Canadian Cities, ***John Myles, Garnett Picot and Wendy Pyper (December 13, 2000)***

No. 161 Low-Income Intensity Among Urban and Rural Canadians: 1993 and 1997, ***Andrew Heisz (March, 2001)***

No. 162 The Evolution of Job Stability in Canada: Trends and Comparisons to U.S. Results, ***Andrew Heisz and Mark Walsh*** *(forthcoming)*

No. 163 The Effects of Inter-Provincial Mobility on Individuals' Earnings: Panel Model Estimates for Canada, ***Ross Finnie*** *(forthcoming)*

No. 164 Early Labour Market Outcomes of Recent Canadian University Graduates by Discipline: A Longitudinal, Cross-Cohort Analysis, ***Ross Finnie*** *(forthcoming)*

No. 165 Innovation and Connectivity: The Nature of Market Linkages and Innovation Networks in Canadian Manufacturing Industries, ***John Baldwin and Alice Peters (May 2001)***

No. 166 An Assessment of EI and SA Reporting in SLID, ***Constantine Kapsalis (March 2001)***

No. 167 The Labour Cost Index, ***Kamal K. Shar*** *(Forthcoming)*

No. 168 Enhancing Food Safety and Productivity: Technology Use in the Canadian Food Processing Industry, ***John R. Baldwin and David Sabourin*** *(Forthcoming)*

No. 169 Dynamics of the Canadian Manufacturing Sector in Metropolitan and Rural Regions, ***John Baldwin and Mark Brown with Tara Vinodrai*** *(Forthcoming)*

No. 170 Income Prospects of British Columbia University Graduates, ***Andrew Heisz (May 2001)***

No. 171 Forthcoming

No. 172 Forthcoming

No. 173 Impediments to Advanced Technology Adoption for Canadian Manufacturers, ***John Baldwin and Zhengxi Lin (August, 2001)***

No. 174 Impact of the Adoption of Advanced Information and Communication Technologies on Firm Performance in the Canadian Manufacturing Sector, ***John R. Baldwin and D. Sabourin (October, 2001)***

No. 175 Skill Shortages and Advanced Technology Adoption, ***David Sabourin (September, 2001)***

What if...
WHAT IF there were a place that could save you and your business time and money by offering a consolidated area with the latest in Canadian statistics?
WHAT IF there were a place that offered accessible and reliable data on an assortment of current hot topics on Canadian social and economic themes?
WHAT IF there were a place where analysis experts that know your markets could provide you with advice and customized data at your fingertips?
WHAT IF there were such a place?
THERE IS SUCH A PLACE.
www.statcan.ca
BUILT FOR BUSINESS
The official source of Canadian statistics
All the time — All in one place
729W SC99188 B

Documents de recherche

Direction des études analytiques

Impact de l'adoption des technologies de l'information et des communications de pointe sur la performance des entreprises du secteur de la fabrication au Canada

par John R. Baldwin et David Sabourin

N° 174

Statistics Canada Statistique Canada

Canada

DIRECTION DES ÉTUDES ANALYTIQUES
SÉRIE DE DOCUMENTS DE RECHERCHE

La série de documents de recherche de la Direction des études analytiques diffuse en prétirage des travaux de recherche réalisés par le personnel de la Direction, des chercheurs invités et des collaborateurs universitaires. Elle vise à stimuler la discussion sur un éventail de sujets, dont le travail, la dynamique des entreprises, les pensions, l'agriculture, la mortalité, la langue, l'immigration, l'informatique statistique et la simulation. Nous encourageons les lecteurs de la série à faire part de leurs commentaires, critiques et suggestions aux auteurs. Une liste de titres apparaît sur l'intérieur de la couverture arrière du présent document.

Les documents de la série sont distribués aux bureaux régionaux de Statistique Canada, aux coordonnateurs statistiques provinciaux, aux instituts de recherche et aux bibliothèques spécialisées. On peut les télécharger d'Internet à *www.statcan.ca*.

Pour obtenir une collection de résumés des documents de la série ou des exemplaires de documents individuels (en français ou en anglais), veuillez communiquer avec le :

Comité de révision des publications
Direction des études analytiques, Statistique Canada
24^{e} étage, immeuble R.-H.-Coats
Ottawa (Ontario) K1A 0T6
(613) 951-6325

Impact de l'adoption des technologies de l'information et des communications de pointe sur la performance des entreprises du secteur de la fabrication au Canada

par

John R. Baldwin*

et

David Sabourin**

11F0019MPF N° 174
ISSN : 1200-5231
ISBN : 0-660-96588-7

Division de l'analyse micro-économique
24-B, immeuble R.-H.-Coats
Ottawa, K1A 0T6
Statistique Canada
Télécopieur : (613) 951-5403

* (613) 951-8588
Courriel : baldjoh@statcan.ca

** (613) 951-3735
Courriel : sabodav@statcan.ca

Octobre 2001

Le présent document a été préparé conjointement avec la Direction des technologies de l'information et des communications d'Industrie Canada.

Le nom des auteurs est inscrit selon l'ordre alphabétique.

Le présent document reflète les opinions des auteurs et pas nécessairement celles de Statistique Canada.

Also available in English

Table des matières

RÉSUMÉ ..... **V**

1. INTRODUCTION **1**

2. LE PROCESSUS DE CROISSANCE **3**

3. SUCCÈS, INNOVATION ET UTILISATION DES TECHNOLOGIES DE POINTE **6**

4. SOURCE DES DONNÉES POUR L'UTILISATION DE TECHNOLOGIES DE POINTE **10**

5. PERFORMANCE ET UTILISATION DES TIC **13**

6. DIFFÉRENCES SELON L'INDUSTRIE **17**

7. ANALYSE MULTIVARIÉE **21**

7.1 MODÈLE 21
7.1.1 Croissance de la productivité *21*
7.1.2 Croissance de la part de marché *24*
7.1.3 Croissance du taux de salaire, de l'emploi et de la rentabilité *25*
7.2 RÉSULTATS EMPIRIQUES 25
7.2.1 Croissance de la productivité *26*
7.2.2 Croissance de la part de marché *27*
7.2.3 Croissance du taux de salaire, de la rentabilité et de l'emploi *30*

8. CONCLUSION **31**

ANNEXE A **33**

BIBLIOGRAPHIE **34**

Résumé

Le présent document s'intéresse à l'évolution de la structure industrielle du secteur de la fabrication au Canada de même qu'à son lien avec le changement technologique en examinant l'adoption de technologies de pointe et son rapport avec le processus de croissance stochastique dans la population des usines. Il s'articule autour du point de vue selon lequel la croissance est un processus stochastique dans lequel intervient l'apprentissage. L'expérimentation des nouvelles technologies récompense certaines entreprises à croissance et à rentabilité supérieures. Pour savoir lesquelles, on y examine le rapport entre la croissance et le choix de différentes stratégies technologiques.

Le document étudie l'évolution de ce processus en sondant la relation entre l'adoption de nouvelles technologies et la performance des usines dans le secteur de la fabrication; cela se fait par la combinaison de données transversales sur les technologies de pointe à des données de panel longitudinales sur la performance des usines. Il s'intéresse en particulier au lien entre l'utilisation des technologies de l'information et des communications (TIC) et la croissance de la part de marché et de la productivité relative d'une usine.

Il appert qu'une proportion considérable de la part de marché passe des entreprises en déclin aux entreprises en croissance sur une période de dix ans. En même temps, les secondes augmentent leur productivité par rapport aux premières. Les utilisatrices de technologies qui employaient des technologies de communication ou combinaient différents types de technologies à partir de diverses catégories de technologie ont accru le plus leur productivité relative. Ces hausses de la productivité relative se sont accompagnées d'élargissements de la part de marché. Ont aussi contribué à accroître la part de marché la présence d'installations de la Recherche et du développement (R-D) et d'autres activités innovatrices.

Mots clés : technologies de l'information et des communications, TIC, performance des entreprises

1. Introduction

Le présent document s'intéresse à l'évolution de la structure industrielle du secteur de la fabrication au Canada de même qu'à son lien avec le changement technologique en examinant l'adoption de technologies de pointe et son rapport avec le processus de croissance stochastique dans la population des usines. Il s'articule autour du point de vue selon lequel la croissance est un processus stochastique dans lequel intervient l'apprentissage. Les possibilités de production ne sont pas uniques et les entreprises grandissent dans un monde où chacune cherche à déterminer laquelle des nombreuses combinaisons possibles de technologies de pointe lui conviendrait le mieux. Les entreprises adoptent de nouvelles technologies de pointe au fur et à mesure qu'elles en découvrent les possibilités et qu'elles en expérimentent l'applicabilité à leur situation propre. L'expérimentation récompense certaines entreprises à croissance et à rentabilité supérieures.

Les entreprises ont accès en tout temps à un éventail de nouvelles technologies de pointe. Toutes ne choisiront pas les mêmes. Pas plus qu'un ensemble particulier ne leur offrira toutes le même rendement. L'environnement au sein duquel évolue une entreprise et l'historique de cette dernière déterminent les résultats finaux de l'expérimentation des nouvelles technologies. Il est difficile pour les entreprises de déterminer ex ante ce que pourrait être la « meilleure pratique », et on ne le sait que lorsque le processus de sélection démontre quelles entreprises ont pris la « bonne » décision.

L'adoption de nouvelles technologies dans le processus de production se fait lentement parce qu'il faut beaucoup apprendre en expérimentant. Il faut mettre en place une foule de machines et de procédés de production complémentaires avant que les nouvelles technologies ne puissent trouver d'applications utiles[1]. Et il faut beaucoup tâtonner pour trouver la bonne combinaison. On peut intégrer les technologies éprouvées au processus de production à l'aide de plans détaillés. Le savoir se diffuse rapidement lorsqu'il est facilement codifiable et aisément transférable d'une entreprise à l'autre. En revanche, l'introduction de nouvelles technologies aux premières heures d'une transformation industrielle ressemble davantage à la construction d'un prototype. Les plans servent de fondement pour un prototype, mais le construct change au fil du temps au gré des diktats de l'expérience. La recherche se fait en apprenant par expérimentation.

Le présent document décrit l'évolution de ce processus en examinant l'impact de l'adoption de technologies de pointe sur la performance des usines dans le secteur manufacturier, et ce, en combinant des données transversales sur l'utilisation des technologies de pointe à des données de panel longitudinales sur la performance des usines.

Il met l'accent sur les technologies associées à la révolution des technologies de l'information et des communications (TIC). La puissance de traitement relativement peu coûteuse des puces a fait faire des progrès technologiques spectaculaires au secteur de la fabrication. Il s'agit, d'une part, d'un certain nombre de technologies économiseuses de main-d'œuvre, c'est-à-dire la mise au point de machines assistées par ordinateur pour remplacer des travailleurs manuels. Par exemple,

[1] Voir Baldwin et Sabourin (2000) pour une étude de l'importance des pratiques d'ingénierie de pointe pour l'adoption de technologies de pointe.

les robots pilotés par ordinateur offrent une solution de rechange efficace et sécuritaire aux êtres humains pour l'exécution de travaux répétitifs tels que le soudage par points et la peinture. Les véhicules guidés automatisés remplacent de coûteuses remises en mains propres. Mais l'élément véritablement sensationnel de la révolution des technologies de l'information (TIC) aura été la naissance de la « fabrication douce », qui, de souligner Bylinsky (1994), diffère de la fabrication traditionnelle en ce que les logiciels et les réseaux d'ordinateurs y sont plus importants que l'outillage de production. De plus, l'objectif des technologies de « fabrication douce » a consisté à améliorer plutôt qu'à remplacer les capacités des êtres humains. Les systèmes de fabrication flexibles, dotés de l'agilité nécessaire pour fournir rapidement de l'information aux travailleurs et aux cadres, offrent aujourd'hui un degré de personnalisation supérieur à coût nettement moindre que ceux d'hier. La révolution des TI a permis aux usines d'offrir des produits personnalisés en petites quantités et de modifier rapidement les familles de produits afin de répondre à la demande changeante des consommateurs.

La première section du présent document examine certaines caractéristiques du processus stochastique qui sont pertinentes aux mesures de la performance des entreprises et des usines utilisées dans ce document. On y indique dans quelle mesure les usines se remplacent en se transférant leurs parts de marché au cours de la période de 10 ans allant de 1988 à 1997 et dans quelle mesure cela s'est accompagné de variations de leur productivité relative et de leur rentabilité.

Le document étudie ensuite l'effet qu'a le changement technologique sur la productivité. Il examine le lien entre l'utilisation de technologies de fabrication de pointe telles que les automates programmables, les réseaux locaux et l'équipement de conception et d'ingénierie assistées par ordinateur de même que la performance des usines pour déterminer les choix associés à la croissance. Les usines n'ont pas toutes adopté de nouvelles technologies de pointe assistées par ordinateur. Nous examinons la relation entre l'évolution de la part de marché et de la productivité relative des usines durant la période à l'étude et les technologies de pointe que les usines avaient réussi à implanter en 1998, ce qui nous permet de savoir quelles technologies de pointe ont été effectivement retenues à l'issue du processus de recherche et d'élimination rattaché à la concurrence.

Les données sur la performance économique utilisées dans l'étude proviennent d'un fichier longitudinal mis au point à partir de l'Enquête annuelle des manufactures. On y trouve des données sur l'emploi (travailleurs de la production et auxiliaires), la productivité du travail (valeur ajoutée par travailleur), les traitements et salaires, les livraisons manufacturières et totales et la valeur ajoutée manufacturière et totale des usines de fabrication canadiennes durant la période 1988-1997[2]. Les données sur la performance économique ont été jumelées aux données sur l'utilisation de technologies de pointe par les usines recueillies par l'Enquête sur les technologies de pointe dans l'industrie canadienne de la fabrication de 1998. Dans le présent document, les usines seront notre unité d'analyse.

[2] La valeur ajoutée totale diffère de la valeur ajoutée manufacturière parce que les établissements manufacturiers ont des activités non manufacturières intrinsèques à leurs opérations manufacturières.

2. *Le processus de croissance*

Croissance et déclin sont présents dans le secteur manufacturier, alors que les usines se disputent leurs parts de marché respectives. Le changement est grand. De 1988 à 1997, quelque 47 % de la part du marché des entreprises est passée de celles dont la part de marché a reculé à celles dont la part de marché a progressé, et ce, au niveau des codes d'industrie à quatre chiffres. Les persévérantes en croissance ont enregistré 26 points de pourcentage de l'augmentation de la part de marché, tandis que les nouvelles venues ont enregistré les 21 points de pourcentage restants. Cela s'est fait au détriment des persévérantes en déclin (17 points de pourcentage) et des sortantes (30 points de pourcentage).

Ce roulement est le fruit d'une multitude de petits changements, une foule de petites entreprises grugeant de petites tranches du marché et de nombreuses entreprises existantes prenant lentement de l'expansion aux dépens des autres. En même temps, beaucoup d'entreprises ferment, la plupart assez petites, et de nombreux établissements existants perdent du terrain. À court terme, une bonne partie de ces changements sont renversés, mais à long terme, au fil des décennies, ils provoquent des mouvements substantiels dans le classement relatif ou la position des membres d'une industrie.

Le tableau 1 illustre dans quelle mesure la croissance et le déclin des usines modifie leur classement relatif. On calcule les parts de marché des usines au niveau des codes d'industrie à quatre chiffres pour les années 1988 et 1997, puis on divise tous les établissements en quartiles en 1988 et en 1997 en fonction du classement de leur part de marché. Le tableau 1 illustre les mouvements à la hausse et à la baisse des effectifs persévérants dans la hiérarchie des parts de marché[3]. Il donne le pourcentage des usines persévérantes, qui ont ouvert leurs portes durant un quartile donné de 1988, qui sont montées ou qui sont descendues d'un quartile ou deux ou qui n'ont pas bougé.

Tout au long de la décennie, le statut relatif des établissements a profondément changé. Par exemple, 23 % des usines persévérantes qui se trouvaient dans le second quartile en 1988 étaient descendues dans le dernier quartile en 1997, alors que 17 % avaient grimpé au troisième quartile et que 57 % étaient demeurées dans le même quartile.

Tableau 1. Matrice de transition des parts de marché des entreprises persévérantes (1988-1997)

Quartiles des parts de marché (1988)	Quartiles des parts de marché (1997)			
	Q1	Q2	Q3	Q4
	Pourcentage des établissements			
Q1	82	15	3	0
Q2	23	57	17	2
Q3	2	22	60	16
Q4	2	2	13	83

[3] Dans le tableau 1, les quartiles sont calculés pour tous les établissements, mais les parts ne le sont que pour ceux qui persévèrent.

L'on observe un peu plus d'inertie chez les usines qui ont commencé dans le quartile inférieur ou supérieur, et ce, en partie parce que leurs possibilités de mouvement sont tronquées, soit vers le haut pour le quartile supérieur, soit vers le bas pour le quartile inférieur. Plus de 80 % des usines de ces deux groupes sont demeurées dans le même quartile. Près du cinquième étaient tout de même passées à la catégorie voisine.

Les usines parviennent à augmenter leur part de marché de diverses façons. Soit qu'elles améliorent leur structure de coûts relative, soit qu'elles arrivent à fabriquer des produits de meilleure qualité que les consommateurs acceptent volontiers de payer plus cher. Dans l'un et l'autre cas, nous nous attendrions à ce que cela se traduise par une hausse des niveaux de productivité du travail par rapport à la moyenne de l'industrie. L'augmentation de la part de marché s'accompagne bel et bien d'une croissance de la productivité relative du travail. Si nous divisons les usines persévérantes en deux groupes égaux selon la variation de leur part du marché, nous constatons que la productivité relative des usines qui gagnent du terrain est égale à celle des usines qui en perdent au début de la période (tableau 2). La productivité initiale du groupe persévérant n'est donc pas un bon prédicteur de la performance subséquente de la part du marché. Cependant, les usines dont la part de marché s'accroît réussissent simultanément à augmenter leur productivité relative, laquelle était, en 1997, était de 22 % supérieure à celle du groupe en déclin. À la fin de la période, le marché avait récompensé celles qui étaient devenues plus efficaces ou qui avaient accru la qualité de leur produit et, en même temps, leur productivité du travail en augmentant leur part de marché.

Tableau 2. Productivité relative moyenne du travail des entreprises ayant gagné ou perdu une grande part du marché et de celles ayant gagné ou perdu une petite part du marché

Variation de la part de marché (1988 à 1997)	Productivité relative du travail (PRT)		Δ PRT
	1988	1997	1988 à 1997
Deux catégories			
• Petites gagnantes ou perdantes (variation moyenne et inférieure à la moyenne)	1,002	0,867	-0,135
• Grandes gagnantes (variation supérieure à la moyenne)	0,998	1,078	0,080

Il est possible de déterminer l'ampleur de la variation de la productivité du travail en employant la même technique que pour les variations de la part de marché. La productivité du travail se définit ici comme la valeur ajoutée totale divisée par l'emploi total. On la calcule pour chaque usine par rapport à la productivité du travail de son industrie. La productivité relative du travail variera à mesure qu'une usine gagnera augmentera son efficacité ou son utilisation du capital et d'autres intrants par rapport aux autres usines de son industrie.

Le tableau 3 présente la matrice de transition de la productivité relative du travail des usines persévérantes entre les années 1988 et 1997. La matrice, qui classe les établissements selon leur productivité relative du travail en 1988 et en 1997 et les divise en quartiles pour chacune des deux années, donne le pourcentage des établissements dont la position relative s'est améliorée,

n'a pas changé ou s'est détériorée. La productivité relative du travail se calcule pour la classe (code d'industrie à quatre chiffres) dont l'établissement faisait partie en 1988 et en 1997.

Comme en témoigne le tableau 3, les positions relatives changent beaucoup. Dans le cas des usines persévérantes, la moitié ont quitté le quartile inférieur et la moitié, le quartile supérieur. La moitié des usines qui, au départ, faisaient partie du quintile du haut et de celui du bas, s'y trouvaient toujours à la fin de la période. Le mouvement a été encore plus grand pour les usines des deux quartiles mitoyens, le tiers seulement s'y trouvant encore.

Tableau 3. Matrice de la transition de la productivité relative du travail des entreprises persévérantes (1988-1997)

Quartiles de la productivité relative du travail (1988)	Quartiles de la productivité relative du travail (1997)			
	Q1	Q2	Q3	Q4
	Pourcentage des établissements			
Q1	49	23	18	10
Q2	28	33	24	15
Q3	15	29	31	25
Q4	9	12	28	51

Même si les remarques précédentes ont été axées sur la population permanente des établissements, il faudrait tenir compte du rôle des entrants et des sortants. Nous présentons à la figure 1 le pourcentage de nouvelles usines dans chacun des quartiles des parts de marché et des quartiles de productivité en 1997. Nous faisons la même chose à l'intérieur de la figure 2 à l'aide des quartiles de 1988 pour les usines qui ont fermé.

Bien que l'examen précédent ait porté sur la population des établissements persévérants, il ne faudrait pas passer sous silence le rôle des entrants et des sortants. Nous avons constaté que les quartiles de la productivité relative comptaient chacun presque autant de nouveaux établissements à la fin de la période, sauf le quartile supérieur, où ils étaient légèrement moins nombreux (figure 1). La part de marché suit une tendance semblable, mais moins prononcée. Plus de 40 % des établissements nés de 1988 à 1997 et toujours vivants au terme de la période faisaient partie des deux quartiles supérieurs en 1997. En fait, 17 % des entrants font partie du quartile supérieur. Autrement dit, après 10 ans, les entrants survivants ont quitté le bas de l'échelle de répartition selon la taille[4].

Les établissements de la population de 1988 qui avaient disparu en 1997 proviennent également de tous les quartiles de l'échelle de répartition de 1988 selon la taille (figure 2), bien que les plus petits soient les plus susceptibles de fermer leurs portes. Le pourcentage des établissements de chaque quartile de la part de marché qui n'y étaient plus en 1997 varie de 63 % dans le quartile des plus petits établissements à 34 % dans celui des plus grands établissements. Les usines sortantes sont un peu plus susceptibles de faire partie du quartile le moins productif. Quelque 55 % des établissements du quartile le moins productif n'en faisaient plus partie, comparativement à 38 % de ceux du quartile le plus productif.

[4] Pour d'autres données canadiennes sur l'importance des entrants dans ce processus, voir Baldwin et Gorecki (1991), Baldwin (1995, chapitre 9) et Baldwin (1996a).

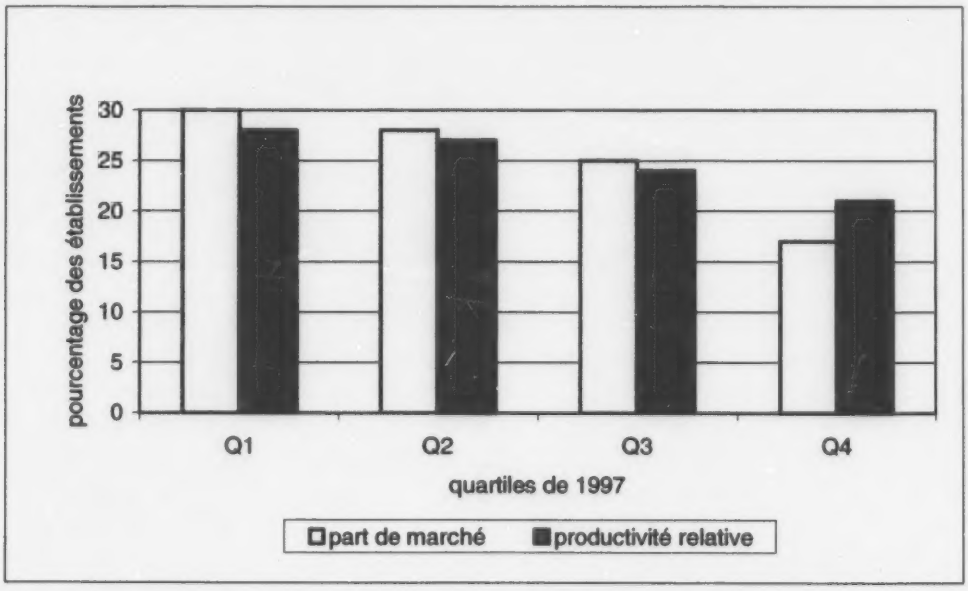
3. *Succès, innovation et utilisation des technologies de pointe*

Il y a bien des facteurs qui sous-tendent la croissance des entreprises et des usines; ces facteurs vont des capacités globales de gestion aux capacités opérationnelles, en passant par les capacités de commercialisation et de gestion des ressources humaines. Ces compétences internes constituent une part importante du capital d'une entreprise. Des auteurs de rapports d'études sur les entreprises ont axé leur attention sur l'existence d'un ensemble plus ou moins grand de compétences de base (Prahalad et Hamel, 1990). D'autres ont soutenu que les capacités dynamiques d'une entreprise qui lui permettent d'apprendre sont l'un des aspects clés du succès (Teece et d'autres, 1997). Dosi et Marengo (1994) ont souligné que les entreprises peuvent apprendre d'une foule de façons et que cet apprentissage est lié à différentes sources de capacités technologiques. Ces capacités dépassent le simple rendement sur le plan de la R-D et englobent des activités qui permettent à une entreprise d'assimiler de nouvelles données et d'y réagir rapidement et efficacement. On postule, en retour, que les avantages dans ce domaine sont reliés à des niveaux différents de rendement.

La première étude s'intéresse aux petites et moyennes entreprises (Baldwin, Chandler *et al.*, 1994). La deuxième scrute les facteurs derrière la croissance des nouvelles venues (Johnson, Baldwin et Hinchley, 1997). La troisième explore le lien entre les technologies de pointe utilisées par les usines en 1989 et la croissance de ces dernières (Baldwin, Diverty et Sabourin, 1995).

Si les entreprises en croissance doivent accomplir bien des choses pour réussir, il est un facteur qui semble distinguer celles qui réussissent mieux de celles qui réussissent moins bien : l'innovation. En effet, il y a un lien constant entre l'innovation et les entreprises prospères en croissance (Baldwin, 1997; Baldwin et Johnson, 1998).

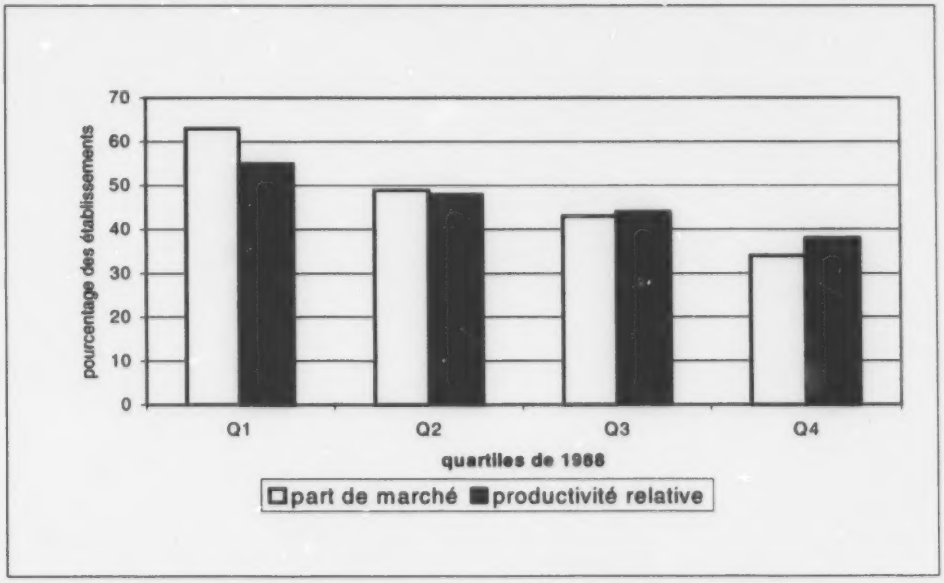
Figure 1. Productivité et part de marché des entrants



À l'aide de l'Enquête sur la croissance (ESC) et d'une mesure de la performance des entreprises définie comme la moyenne de la croissance de la part de marché, de la productivité du travail et de la rentabilité d'une entreprise par rapport à d'autres entreprises d'une industrie, nous divisions la population des entreprises généralement prospères (toutes les entreprises visées par l'étude avaient vu leur croissance augmenter en cinq ans) entre les plus prospères et les moins prospères et nous comparons les caractéristiques de chacune. Ce qui démarque les premières des secondes, c'est le degré d'innovation dans l'entreprise (Baldwin, 1996b). Les entreprises qui réussissent avaient tendance à mettre davantage l'accent sur la capacité et les dépenses de R-D. Elles donnaient généralement plus d'importance au développement de nouvelles technologies. Du côté de la production, elles étaient plus enclines à utiliser de nouveaux matériaux et à se doter de nouvelles stratégies dynamiques telles que le contrôle des processus et le contrôle de l'inventaire juste à temps. L'insistance des deux groupes sur les stratégies de R-D différait tout autant que l'intensité de leurs activités de R-D. Les entreprises les plus prospères étaient plus susceptibles d'avoir un service de R-D, d'utiliser les crédits d'impôt à la R-D et d'avoir breveté leurs innovations pour les protéger.

L'Enquête sur les pratiques opérationnelles et financières (EPOF) menée auprès des entrants (Johnson, Baldwin et Hinchley, 1997) donne un aperçu des compétences acquises par les nouvelles entreprises qui survivent jusqu'à l'adolescence. Elle aussi est liée à des données sur les ventes et la structure financière, lesquelles procurent une mesure de la performance de chaque survivante. Comme l'a révélé l'étude des petites et moyennes entreprises en croissance, il y a eu un lien étroit entre le succès et l'innovation. Les entrants à croissance rapide étaient deux fois plus susceptibles d'investir dans la R-D et la technologie. Ils étaient aussi plus susceptibles d'introduire de nouveaux produits et de cibler de nouveaux marchés étrangers (Baldwin et Johnson, 1999). Mais les entreprises à croissance rapide étaient aussi plus portées à mettre l'accent sur la formation et le recrutement d'employés qualifiés et la prestation de programmes de rémunération au rendement (Baldwin, 2000).

Figure 2. Productivité et part de marché des sortants



Les résultats de l'ESC et de l'EPOF menée auprès des entrants, obtenus à partir des données sur l'importance que les entreprises accordaient aux stratégies et aux activités innovatrices, sont corroborés par une autre étude fondée sur les données relatives à l'utilisation de technologies de pointe par les usines. L'Enquête sur la technologie de la fabrication de 1989 décrit le degré d'utilisation par les usines du secteur manufacturier de technologies de pointe dans les différents domaines fonctionnels que l'entreprise doit maîtriser : la fabrication et l'assemblage, l'inspection et les communications, l'intégration et le contrôle et la conception et l'ingénierie. Les données de cette enquête de 1989 sur l'utilisation des technologies portent sur la performance des usines durant les années 1980. La performance se mesure au moyen de renseignements sur les ventes, la productivité du travail et les taux de salaire de l'usine. Les usines qui utilisent des technologies de pointe depuis 1988, sont alors comparées à celles qui n'en utilisent pas pour savoir si la part de marché, la productivité et les taux de salaire augmentaient plus rapidement dans le premier groupe (Baldwin, Diverty et Sabourin, 1995).

Les usines qui utilisent des technologies de pointe ont accru leur part de marché par rapport aux non-utilisatrices. Celles qui en emploient dans le domaine de la fabrication et de l'assemblage ont enregistré une croissance supérieure à la plupart des autres. Cette croissance est également assez élevée pour les utilisatrices complexes de technologies, c'est-à-dire pour les usines qui allient les technologies avancées de plusieurs groupes fonctionnels (conception, fabrication, communications et intégration et contrôle).

Les usines qui avaient réussi à incorporer des technologies de pointe dans leur processus de production en 1989 avaient également vu leur productivité du travail s'accroître par rapport à celle des non-utilisatrices au cours des dix années précédentes, alors qu'on adoptait des technologies de pointe. Les usines qui ont intégré des technologies de pointe de plusieurs domaines ont enregistré la plus forte croissance de leur productivité. Cette augmentation de la productivité relative du travail s'est accompagnée d'une hausse de la rémunération relative payée aux travailleurs de la production.

Bref, les trois études constatent que les entreprises qui ont réussi à croître plus rapidement ont également *développé* certaines compétences innovatrices qui les ont distinguées de celles à croissance moins rapide. Les écarts de compétences technologiques ont eu le même effet. Il n'est pas surprenant qu'il y ait un lien entre les compétences innovatrices et les compétences technologiques. Quelque 53 % des répondants à l'*Enquête sur les innovations et les technologies de pointe de 1993* qui avaient répondu avoir introduit des technologies de pointe avaient en même temps introduit un nouveau produit ou processus.

Ces conclusions, fondées sur des preuves empiriques rassemblées par des Canadiens, sont confirmées par les résultats de recherches ayant porté sur l'expérience d'autres pays. Stoneman et Kwon (1996), Rischel et Burns (1997), Ten Raa et Wolff (1999) et Van Meijl (1995) ont constaté l'existence d'une relation positive entre l'utilisation des technologies de pointe et un rendement supérieur dans les entreprises.

Pour savoir si le même type de rapport entre le rendement du marché et l'utilisation des technologies de pointe existait au Canada durant les années 1990, nous examinerons le lien entre la croissance de la part de marché des usines, la croissance de la productivité et l'utilisation de

technologies de pointe durant cette période. La croissance se définit comme la variation de la part de marché de 1988 à 1997, une période de 10 ans précédant la tenue de l'enquête, en 1998. Pour corriger les effets de l'industrie, la croissance a été définie en termes de part de marché, le calcul se faisant au niveau des codes d'industrie à quatre chiffres de la CTI de 1980. Dans le même ordre d'idées, la productivité des usines se calcule par rapport à la moyenne des entreprises des industries codées à quatre chiffres. La productivité se définit comme la productivité du travail[5] et sera affectée tant par les variations de l'intensité du capital que les progrès technologiques

Dans ce qui suit, nous comparons le rendement des usines au cours des années 1990 à leur profil technologique à la fin de la période. Nous avons constaté que le rendement de la productivité est le même chez les usines en croissance que chez celles en déclin au début de la période à l'étude, mais que des différences émergent durant celle-ci. Cela montre que les entreprises essaient d'autres technologies de pointe et que le marché récompense celles qui ont choisi les bonnes et qui ont réussi à les faire fonctionner correctement. À la fin de toute période se manifestent des différences de productivité entre celles qui ont accru leur part de marché et celles qui ont vu la leur s'effriter. C'est pourquoi la présente étude se penche sur les différences d'utilisation de technologies de pointe à la fin de la période et sur les variations de la part de marché et de la productivité relative du travail par rapport à la période précédente.

Comme nous l'avons indiqué, cette procédure va nous montrer si l'utilisation de technologies de pointe est associée à l'amélioration de la performance. Elle ne peut vérifier comment les changements quant à l'utilisation de la technologie affecte la performance. Bien entendu, il est probable que les variations de l'utilisation de technologies de pointe à la marge aient de l'importance—quoiqu'il nous faille, pour déterminer l'importance de celles-ci (l'objet d'une autre étude; Baldwin et Sabourin, 2002), une base de données longitudinale comparant les variations au fil du temps de l'utilisation de technologies de pointe.

Dans le présent document, nous avons fait l'essai de mesures de la performance pour deux périodes. La première couvrait les sept années 1990-1997 et la seconde, les dix années 1988-1997. Toutes deux ont donné les mêmes résultats qualitatifs, mais ces résultats étaient plus significatifs sur la plus longue période et nous en faisons état. Cela nous conforte dans l'hypothèse d'un lent changement, à savoir que les effets de l'utilisation de technologies de pointe ne se manifestent pas tout de suite. L'effet de l'utilisation des nouvelles technologies de pointe tarde à se manifester parce qu'il faut intégrer de nouvelles machines au processus de production. Il faut souvent mettre au point de nouvelles techniques et pratiques commerciales pour augmenter le succès des nouvelles technologies. Par exemple, les usines doivent employer des méthodes d'ingénierie concourantes si elles veulent utiliser avec succès les technologies de conception et d'ingénierie de pointe[6]. Les pratiques commerciales de pointe entraînent des changements organisationnels et sont longues à mettre en œuvre.

---

[5] Définie comme la valeur ajoutée totale au recensement des opérations manufacturières divisée par l'emploi total des travailleurs salariés et de la production.

[6] La relation entre ces pratiques et la technologie a fait l'objet d'un examen plus approfondi dans une étude récente sur l'utilisation des technologies dans le secteur de la transformation des aliments (Baldwin, Sabourin et West, 1999).

4. Source des données pour l'utilisation de technologies de pointe

Nous nous attardons dans le présent document à l'adoption d'un ensemble de technologies de pointe basées sur la technologie des ordinateurs microélectroniques. Les technologies informatisées ont pénétré tous les recoins du processus de production. La conception et l'ingénierie assistées par ordinateur sont utilisées aux premiers stades. Les machines commandées par ordinateur interviennent dans le processus de fabrication et d'assemblage. Les ordinateurs soutiennent le processus de communication et d'inspection. Ils sont un élément clé du processus de collecte des matières. Ils aident à planifier les besoins de matières. S'ils ont stimulé le développement de composantes individuelles, les ordinateurs jouent également un rôle clé dans l'intégration et le contrôle des diverses parties du processus manufacturier.

L'effet des ordinateurs ne tient pas qu'à l'ubiquité de l'ordinateur autonome. Il est vrai que certains aspects de la conception et de l'ingénierie dépendent de l'ordinateur autonome, mais les logiciels sont tout aussi importants à ce chapitre. Qui plus est, les puces et les ordinateurs sont de plus en plus imbriqués aux machines. Tout comme le moteur électrique s'est transformé d'un appendice à une composante des machines, les ordinateurs font maintenant partie intégrante d'appareils tels que les robots et les systèmes de fabrication flexibles.

Dans la présente étude, nous utilisons les résultats de l'*Enquête sur les technologies de pointe dans l'industrie canadienne de la fabrication de 1998*, menée par Statistique Canada, pour mesurer le degré d'intégration des technologies de pointe au processus de production. L'enquête s'appuie sur une base de sondage d'établissements manufacturiers canadiens tirée du Registre des entreprises de Statistique Canada. L'échantillon a été prélevé au hasard à même une population d'établissements manufacturiers stratifiée selon l'industrie et la taille. Ont été exclus de la population cible les établissements et les usines de moins de 10 employés du secteur de la transformation des aliments (Sabourin et Beckstead, 1999). Le taux de réponse global de l'enquête a été de 98 %.

En plus de questions sur l'utilisation de technologies, l'enquête posait aux répondants des questions sur les caractéristiques générales de l'entreprise et de l'établissement, la recherche et le développement, l'utilisation de pratiques commerciales de pointe, les besoins de compétences de même que les avantages de l'adoption des technologies de pointe et les obstacles à celles-ci.

L'enquête énumérait 26 technologies de pointe utilisées dans de nombreux domaines fonctionnels. Cela allait des techniques assistées par ordinateur appliquées à la conception et à l'ingénierie aux robots employés dans la fabrication et l'assemblage en passant par les réseaux informatiques utilisés pour communiquer et contrôler. Pour les besoins de la présente étude, les technologies de pointe couvertes par l'enquête sont divisées en trois groupes de technologies de l'information et des communications (TIC) : i) les logiciels; ii) les communications en réseau; iii) le matériel. Dans notre étude antérieure (Baldwin, Diverty et Sabourin, 1996), nous avons constaté que les usines qui ont recours aux technologies des communications ont fait particulièrement bonne figure au cours des années 1980. Dans une étude récente, Ten Raa et Wolff (1999) ont également relevé un lien positif entre l'utilisation de TIC et la croissance de la productivité. Van Meijl (1995) soutient que cela découle surtout d'externalités associées à l'adoption de TIC.

Les groupes de TIC, leurs technologies de pointe constituantes et leurs taux d'adoption sont fournis au tableau 4. Huit technologies de pointe appartiennent au groupe des logiciels : la conception et ingénierie assistées par ordinateur (CAO/IAO); la CAO appliquée au contrôle des machines utilisées dans la fabrication (CAO/FAO); les technologies de modélisation et de simulation; la planification des ressources de fabrication (PRF); la production assistée par ordinateur (PAO); les systèmes d'acquisition et de contrôle des données (SACD); l'utilisation des données d'inspection pour le contrôle de la production; et les logiciels à base de connaissance.

Cinq technologies de pointe appartiennent au groupe des communications en réseau : l'échange électronique de fichiers CAO; le réseau local pour les besoins de l'ingénierie ou de la production; les réseaux informatiques élargis; les réseaux informatiques interentreprises; et le contrôle numérique à distance des procédés de l'usine.

Dix technologies appartiennent au groupe du matériel : les systèmes de fabrication flexibles; les dispositifs de commande programmables; les robots munis ou dépourvus de capteurs; les systèmes de prototypage rapide; l'identification des pièces pour l'usinage automatique; les systèmes automatisés de stockage; les systèmes de vision artificielle servant à l'inspection et à la mise à l'essai; les autres systèmes automatisés munis de capteurs servant à l'inspection ou à la mise à l'essai; et les ordinateurs exerçant un contrôle sur les activités de l'usine.

Trois des 26 technologies de pointe particulières—les lasers utilisés dans le traitement des matériaux, l'usinage à grande vitesse et les technologies de grande précision dimensionnelle—ont été exclues de l'analyse.

Les trois groupes de TIC présentent des taux d'adoption semblables. Soixante-cinq pour cent des établissements manufacturiers utilisent au moins une des huit technologies logicielles énumérées dans l'enquête, alors que 59 % utilisent au moins une des cinq technologies de communication en réseau et que 57 % emploient au moins une des 10 technologies matérielles.

Les technologies de conception assistée par ordinateur dominent la catégorie des logiciels. Près de la moitié des usines ont adopté au moins une technologie de conception et d'ingénierie assistées par ordinateur (CAO/IAO), le tiers environ utilisant au moins un appareil de CAO/IAO.

Les usines utilisent une variété de technologies de communication en réseau de pointe—réseaux locaux, réseaux élargis et réseaux interentreprises.

Les technologies matérielles les plus souvent signalées sont les dispositifs de commande programmables et les ordinateurs de contrôle de l'usine.

Afin de comparer l'utilisation de technologies et la performance des usines, nous mesurons l'utilisation de technologies de pointe de plusieurs façons dans la présente étude. Nous utilisons : i) l'incidence d'utilisation (l'utilisation d'au moins une technologie de pointe); ii) l'intensité d'utilisation (le nombre de technologies de pointe adoptées); et iii) des mesures de la complexité de l'utilisation (si l'on combine ou non des technologies de pointe de plus d'une catégorie). Les usines adoptent en moyenne deux technologies logicielles de pointe et environ une technologie de pointe et demie dans chacune des catégories des technologies de communication en réseau et des technologies matérielles (tableau 5).

Tableau 4. Adoption de technologies de l'information et des communications de pointe, 1998 (pourcentage des établissements utilisant la technologie)

TIC	Technologie particulière	En cours d'utilisation	Erreur-type
Logiciels	• N'importe quelle	65	1,3
	• Conception et ingénierie assistées par ordinateur (CAO/IAO)	44	1,4
	• CAO appliquée au contrôle des machines utilisées dans la fabrication (CAO/FAO)	36	1,4
	• Technologies de modélisation ou de simulation	17	1,1
	• Planification des ressources de fabrication (PRF)	21	1,0
	• Fabrication assistée par ordinateur	18	1,1
	• Système d'acquisition et de contrôle des données (SACD)	16	0,9
	• Utilisation des données d'inspection pour le contrôle de la production	26	1,2
	• Logiciels à base de connaissance	18	1,1
Communications	• N'importe quelle	59	1,4
	• Échange électronique de fichiers CAO	34	1,4
	• Réseau local pour les besoins de l'ingénierie ou de la production	36	1,3
	• Réseaux informatiques élargis	35	1,3
	• Réseaux informatiques interentreprises	29	1,2
	• Contrôle numérique à distance des procédés de l'usine	5	0,5
Matériel	• N'importe quelle	57	1,4
	• Systèmes de fabrication flexibles	15	1,0
	• Dispositifs de commande programmables	37	1,4
	• Robots munis de capteurs	8	0,7
	• Robots dépourvus de capteurs	7	0,6
	• Systèmes de prototypage rapide	5	0,6
	• Identification des pièces pour l'usinage automatique	18	1,0
	• Système automatisé de stockage	5	0,6
	• Systèmes de vision artificielle servant à l'inspection ou à la mise à l'essai	11	0,8
	• Autres systèmes automatisés munis de capteurs servant à l'inspection ou à la mise à l'essai	13	0,9
	• Ordinateurs exerçant un contrôle sur les activités de l'usine	31	1,3

Tableau 5. Incidence et intensité d'utilisation des TIC (1998) (erreurs-types entre parenthèses)

TIC	En cours d'utilisation	Nombre de technologies	Nombre de technologies dans le groupe
	(% des établissements)		
Logiciels	65 (1,3)	1,97 (0,05)	8
Matériel	57 (1,4)	1,49 (0,05)	10
Communications	59 (1,4)	1,40 (0,04)	5
Toutes	76 (1,2)	4,85 (0,12)	23

5. *Performance et utilisation des TIC*

À ce chapitre, nous étudions le degré d'utilisation des technologies de pointe selon le niveau de réussite des entreprises. Nous le faisons au moyen d'une analyse bivariée comparant différentes mesures de la performance à l'utilisation des technologies de pointe puis d'une analyse multivariée régressant les mesures de la performance en fonction de l'utilisation de technologies de pointe et d'un certain nombre d'autres caractéristiques des usines.

Pour les deux besoins, nous comparons la performance durant une période (1988-1997) à l'utilisation de technologies de pointe à la fin de la période (1998).

1) $\Delta PERF_{t-\tau,t} = f(Tech_t)$

Dans cette équation, $\Delta PERF_{t-\tau,t}$ est la variation de la performance d'une usine mesurée par rapport à diverses dimensions (productivité relative, part de marché, taux de salaire relatifs, rentabilité relative) durant la période $t-\tau$ à t et $Tech_t$ est une mesure de l'utilisation de technologies de pointe à la fin de la période durant l'année t.

Étant donné que l'utilisation de technologies de pointe à la fin de la période n'est que la somme de l'utilisation de technologies de pointe au début de la période $Tech_{t-\tau}$ et de la variation de l'utilisation de technologies de pointe durant la période $\Delta Tech_{t-\tau,\ t}$, la première équation peut s'écrire comme suit :

2) $\Delta PERF_{t-\tau,t} = f(Tech_{t-\tau} + \Delta Tech_{t-\tau,\ t})$[7]

On s'attend à ce que la performance économique ait un rapport avec la technologie au début de la période de même qu'avec les variations de l'utilisation de technologies de pointe durant la période.

Nous postulons que la performance au cours de toute période est fonction de l'utilisation de technologies de pointe au début de la période parce qu'un processus d'apprentissage accompagne l'introduction et l'utilisation de technologies de pointe. Les variations de la productivité du travail consécutives à l'adoption de technologies de pointe sont donc présumées se produire lentement au fur et à mesure que les chefs d'usine apprennent à les utiliser le plus efficacement possible. Puisque l'adoption de technologies de pointe ne produit pas de bénéfices ou de gains immédiats, leur utilisation exerce un effet décalé sur la performance.

De plus, nous prévoyons que les hausses d'utilisation de technologies de pointe durant la période y affectera la performance relative. Alors que tous les avantages reliés à l'adoption de technologies additionnelles ne seront pas ressenti immédiatement, certains le seront.

[7] Le coefficient estimé d'une telle équation sera une moyenne pondérée des coefficients rattachés à $Tech_{t-\tau}$ et à $\Delta Tech_{t-\tau,\ t}$

La productivité relative du travail correspond à la valeur ajoutée totale divisée par l'emploi total pour l'établissement divisée par la même mesure calculée au niveau des codes d'industrie à quatre chiffres. La croissance de la productivité relative du travail est la différence entre la productivité relative du travail de fin de période et la productivité relative du travail de début de période.

La productivité du travail subit l'influence de nombreux facteurs—l'évolution technique d'une usine, son intensité de capital changeante, les changements organisationnels—intervenant dans le succès d'une entreprise. Nous utilisons cette mesure puisqu'il y a un lien entre tous ces facteurs, en particulier l'accumulation du capital, et la croissance de l'entreprise. Certains préféreraient que nous utilisions une mesure de la productivité totale des facteurs plutôt qu'une mesure de la productivité du travail parce qu'elle est généralement perçue comme une meilleure mesure du progrès technique, mais il vaut la peine de noter que les deux mesures sont étroitement apparentées. Quant la fonction production équivaut à une fonction Cobb-Douglas, la croissance de la productivité du travail est égale à la croissance de la productivité multifactorielle plus la croissance du ratio capital-travail fois la part du capital (voir Baldwin, Beckstead *et al.*, 2001). Par conséquent, les études empiriques obtiennent souvent des résultats similaires avec les deux mesures (Salter, 1966). De plus, les mesures de la productivité du travail sont fondamentalement plus précises que les mesures de la productivité totale des facteurs.

La croissance de la part de marché se mesure ici comme le total des livraisons d'un établissement par rapport au total des livraisons au niveau des codes d'industrie à quatre chiffres. La croissance correspond à la différence entre les parts de marché de fin et de début de période.

La croissance de la rentabilité relative se calcule de façon semblable, sauf que la rentabilité des établissements correspond à la valeur des livraisons moins les traitements, les salaires et les matériaux, le tout divisé par la valeur des livraisons.

Les résultats bivariés de la relation entre la performance économique et l'adoption de technologies de pointe sont présentés au tableau 6. Trois mesures distinctes de la performance sont utilisées : la croissance de la productivité relative (colonne I), la croissance de la part de marché (colonne II) et la croissance de la rentabilité relative (colonne III) de 1988 à 1997. Dans chaque cas, les établissements sont divisés en deux groupes égaux, soit ceux dont la croissance est supérieure et ceux dont la croissance est inférieure à la médiane. On compare alors les différences d'adoption de technologies de pointe entre les deux groupes.

Les établissements de la moitié supérieure de l'échelle de répartition de la croissance de la productivité du travail sont plus susceptibles d'utiliser au moins une technologie de pointe. Ce résultat vaut également pour toutes les TIC : logiciels, matériel et communications. En outre, le pourcentage d'établissements qui utilisent cinq technologies de pointe ou plus et dix ou plus est plus élevé chez ceux faisant partie de la moitié supérieure de l'échelle de croissance de la productivité du travail que chez ceux de la moitié inférieure.

Les combinaisons de technologies de pointe utilisées diffèrent également entre les entreprises dont la productivité du travail est la plus forte. Les écarts les plus marqués s'observent du côté des usines qui utilisent les trois types de TIC. Les usines à croissance élevée sont nettement plus nombreuses, toutes proportions gardées, à adopter des TIC des trois types que les usines à croissance lente, l'écart étant de 15 points de pourcentage.

Enfin, l'intensité d'utilisation de technologies de pointe varie aussi. Les établissements connaissant la plus forte croissance de la productivité du travail adoptent en moyenne 5,9 technologies de pointe, comparativement à 4,7 pour les établissements à croissance lente. Des différences semblables s'observent entre les groupes de TIC.

Tableau 6. Lien entre la croissance de la performance (1988-1997) et l'adoption de technologies de pointe (1998)

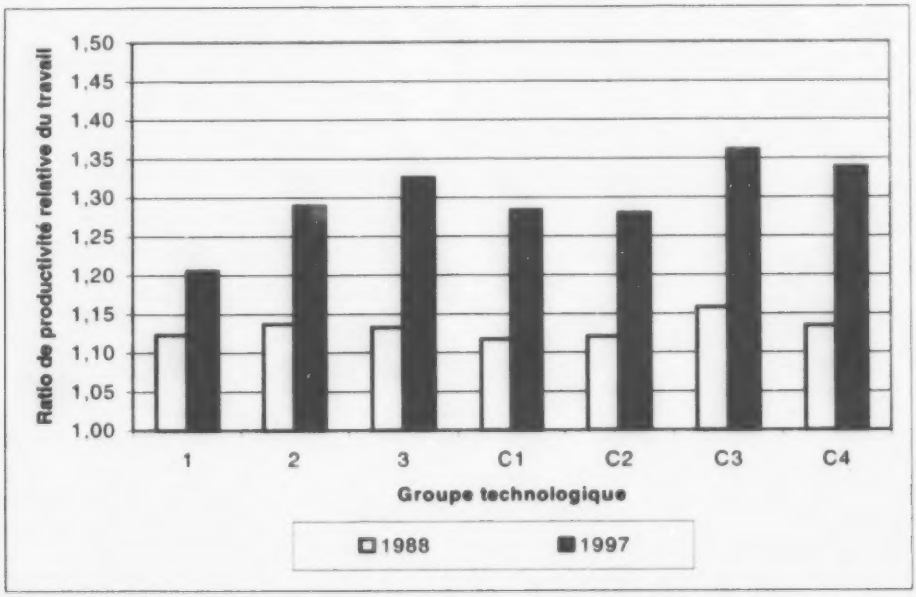
Adoption de technologies de pointe	Croissance de la performance[8] (1988-1997)					
	Productivité relative du travail (I)		Part de marché (II)		Rentabilité relative (III)	
	basse	Élevée	petite	grande	basse	élevée
	Pourcentage des établissements					
Utilisation de TIC						
• Logiciels	63	73	63	74	64	71
• Matériel	54	66	55	65	54	65
• Communications	58	69	57	71	59	68
• N'importe quelle	75	83	74	85	75	83
Utilisation multiple						
• 5 ou plus	42	55	40	58	43	53
• 10 ou plus	18	23	17	26	17	24
Utilisation de TIC combinées						
• Logiciels et matériel	46	59	46	59	47	58
• Logiciels et communications	50	63	51	64	52	61
• Matériel et communications	43	56	44	55	44	55
• Les trois combinaisons	39	54	40	53	41	52
	Nombre de technologies de pointe adoptées					
Nombre de TIC						
• Logiciels	1,9	2,3	1,8	2,5	2,0	2,3
• Matériel	1,4	1,8	1,4	1,9	1,4	1,9
• Communications	1,4	1,7	1,4	1,8	1,4	1,7
• Toutes	4,7	5,9	4,7	6,1	4,8	5,8

Nota : Toutes les différences signalées dans ce tableau sont statistiquement significatives au niveau de 5 %. En fait, la plupart le sont au niveau de 1 %.

[8] La productivité du travail se définit comme la valeur ajoutée totale divisée par le nombre total d'employés. La rentabilité se définit comme les livraisons totales moins les matières moins les traitements et salaires divisées par les livraisons totales—la marge bénéficiaire.

Nous examinons également comment la productivité des utilisatrices et des non-utilisatrices de technologies de pointe a évolué avec le temps à partir d'une classification qui divise les usines en utilisatrices et en non-utilisatrices selon leur statut en 1998. Pour ce faire, nous calculons le ratio de la productivité moyenne des utilisatrices de technologies de pointe à la productivité moyenne des non-utilisatrices de technologies de pointe en 1998 et en 1997, puis nous représentons graphiquement cette relation à la figure 3[9]. Nous répétons l'exercice pour chaque groupe de technologies—logiciels, matériel et communications—puis pour quatre combinaisons—logiciels et matériel (C1), logiciels et communications (C2), matériel et communications (C3) et les trois (C4). Les utilisatrices de technologies de pointe ont accru leur avantage productif par rapport aux non-utilisatrices, et ce, pour toutes les mesures utilisées, en particulier lorsque cela implique l'utilisation de technologies de communication en réseau seules ou combinées à d'autres types de technologies de pointe. Les taux les plus élevés d'augmentation de la productivité relative s'observent dans le groupe des communications en réseau, dans celui du matériel et des communications et dans celui des trois types de TIC. Il s'agit là des mêmes résultats que ceux de notre étude antérieure (Baldwin, Diverty et Sabourin, 1995), selon lesquels les gains de productivité relative les plus importants à s'être produits durant les années 1980 ont été enregistrés dans les usines qui avaient adopté des technologies de communication de pointe seules ou combinées à d'autres TIC.

Figure 3. Productivité relative des utilisatrices et des non-utilisatrices de technologies de pointe : 1988 vs 1997



Numéro du groupe	Groupe technologique	Numéro du groupe	Groupe technologique
1	Logiciels	C1	Logiciels et matériel
2	Matériel	C2	Logiciels et communications
3	Communications	C3	Matériel et communications
		C4	Logiciels, matériel et communications

[9] Le ratio se calcule comme la somme de la valeur ajoutée de toutes les usines utilisatrices de technologies divisée par la somme de l'emploi dans une catégorie divisée par le même ratio pour les non-utilisatrices de technologies.

Quand les usines sont divisées à la médiane par la croissance de la rentabilité (définie comme la croissance de la marge bénéficiaire)[10] de 1988 à 1997, nous constatons également des différences significatives dans l'incidence d'utilisation des technologies de pointe, le nombre de technologies utilisées et le degré d'utilisation conjointe de technologies logicielles, matérielles et de communication (tableau 6, colonne III). Les usines dont la rentabilité augmente fortement adoptent en moyenne 20 % de plus de technologies de pointe que les usines dont la rentabilité augmente faiblement, soit 5,8 comparativement à 4,8. Ces différences s'appliquent également à l'incidence d'utilisation, les plus marquées s'observant du côté des technologies matérielles et de communication en réseau.

Quand nous utilisons la croissance de la part de marché pour diviser l'échantillon en deux, nous obtenons des résultats semblables. Les usines qui enregistrent la plus forte croissance de leur part de marché sont aussi plus susceptibles d'adopter davantage de technologies de pointe de chaque groupe.

6. Différences selon l'industrie

La croissance de la productivité varie selon l'industrie (Baldwin, Beckstead *et al.*, 2001). Pour savoir si les différences nationales présentées au tableau 6 s'appliquent également à la plupart des industries, nous répétons les totalisations bivariées des tableaux 7 et 8 au niveau des codes d'industrie à deux chiffres. Nous divisions, industrie par industrie, les établissements entre ceux dont la productivité relative augmente faiblement et ceux dont elle progresse rapidement en utilisant la valeur médiane comme ligne de partage. La croissance de la productivité se calcule comme l'écart entre la productivité relative de l'établissement la dernières année et sa productivité relative la première année.

Aux fins de cette opération, il faudrait noter que l'enquête n'a pas été conçue afin de fournir des résultats très exacts pour les sous-secteurs des industries faisant aux présentes l'objet d'un examen. Nous ne pouvons donc que rechercher des similarités sous forme de différences entre les industries et nous devrions nous attendre à ce que beaucoup de ces différences, même si elles sont réelles, ne soient pas statistiquement significatives.

Le tableau 7 donne le pourcentage d'usines de chaque groupe qui utilisent un type particulier de technologies de pointe. Par exemple, dans l'industrie de la première transformation des métaux, 49 % des usines à faible croissance avaient adopté au moins une des technologies matérielles de pointe en 1997, ce qu'avaient fait 88 % des usines à forte croissance, ce qui représente un écart de près de 40 points de pourcentage. Le lien national observé entre l'utilisation de technologies de pointe et la croissance de la productivité dans le groupe du matériel est significatif dans les produits chimiques et le pétrole, la fabrication des produits métalliques, les meubles et articles d'ameublement, la première transformation des métaux et l'imprimerie et l'édition, bien qu'il y ait également des différences positives assez prononcées du côté des produits en caoutchouc et en matière plastique, ainsi que de la machinerie industrielle. Un plus grand nombre d'industries

[10] La rentabilité se définit comme la valeur des livraisons moins les traitements et salaires moins les matières divisée par la valeur des livraisons.

affichent des différences positives dans le groupe des technologies de communication en réseau, mais elles ne sont souvent pas statistiquement significatives.

Substituer la croissance de la part de marché à la croissance de la productivité nous permet de constater des résultats plus probants au tableau 8. Sauf dans l'industrie du papier et dans celles des produits en caoutchouc et en matière plastique, l'augmentation de la croissance de la part de marché va de pair avec des taux supérieurs d'adoption de technologies de pointe dans tous les groupes technologiques. Près d'un tiers de ces différences sont statistiquement significatives. Elles sont positives et atteignent leur signification maximale dans l'industrie de la machinerie industrielle, les « autres » industries manufacturières et les textiles pour les technologies logicielles, dans les produits chimiques et le pétrole et dans la première transformation des métaux pour les technologies matérielles et dans la fabrication des produits métalliques, l'imprimerie et l'édition, et les textiles pour les technologies de communication. L'on n'associe de faibles accroissements de la part de marché à des taux élevés d'adoption que dans l'industrie du papier. Cela signifie peut-être simplement que les technologies de pointe choisies pour l'Enquête sur les technologies de pointe dans l'industrie canadienne de la fabrication de 1998 s'appliquent moins à cette industrie[11]. L'utilisation de cinq technologies de pointe ou plus est associée à des écarts significatifs dans sept industries : les produits chimiques et le pétrole, la fabrication des produits métalliques, la machinerie industrielle, le papier, la première transformation des métaux, l'imprimerie et l'édition, et les textiles.

[11] Une enquête spéciale (voir Baldwin, Sabourin et West, 1999) a été réalisée dans le secteur de la transformation des aliments après qu'on eut découvert qu'il fallait élargir l'enquête générique de 1989 sur les technologies de pointe pour tenir compte de la conjoncture spéciale de ce secteur.

Tableau 7. Croissance de la productivité relative du travail selon la technologie et selon l'industrie

Industrie	Logiciels		Matériel		Communications		N'importe quelle technologie de pointe		Cinq technologies ou plus	
	Faible ΔRLP	Forte ΔRLP	Faible ΔRLP	Forte ΔRLP	Faible ΔRLP	Forte ΔRLP	Faible ΔRLP	Forte ΔRLP	Faible ΔRLP	Forte ΔRLP
	(pourcentage des établissements)									
• Produits chimiques et pétroliers	60	68	60**	75**	65**	80**	79	86	42***	63***
• Produits électriques et électroniques	91*	80*	75	64	84	83	91	85	68	74
• Fabrication des produits métalliques	75*	91*	51**	75**	64	80	84	95	48	68
• Meubles	44	59	30**	69**	42	53	44	71	22*	49*
• Machinerie industrielle	67	88	61	74	69	82	76	88	51	70
• Produits minéraux non métalliques	64**	42**	67	52	52	38	75	59	51**	30**
• Autres	65	61	47	50	58	51	71	75	38	35
• Papier	85	75	86	84	85	58	97	84	63	59
• Première transformation des métaux	59	87	49**	88**	59	87	59	88	58	70
• Imprimerie et édition	44*	63*	29**	51**	61	75	65**	84**	20***	44***
• Produits en caoutchouc et en matière plastique	57**	80**	61	78	58*	80*	72**	94**	40*	62*
• Textiles	47**	66**	50	52	37***	61***	60*	75*	29**	46**
• Transports	76	80	67	68	68	74	82	81	58	71
• Bois	56	55	63	58	38	52	79	76	35	31
• TOUTES	63***	73***	54***	66***	58***	69***	75***	83***	42***	55***

Nota : *** statistiquement significatif au niveau de 1 %; ** au niveau de 5 %; * au niveau de 10 %.

Tableau 8. Croissance de la part de marché selon la technologie et selon l'industrie

Industrie	Logiciels		Matériel		Communications		N'importe quelle technologie		Cinq technologies ou plus	
	Petite ΔMS	Grande ΔMS	Petite ΔMS	Grande ΔMS	Petite ΔMS	Grande ΔMS	Petite ΔMS	Grande ΔMS	Petite ΔMS	Grande ΔMS
	(pourcentage des établissements)									
• Produits chimiques et pétroliers	60	69	61**	74**	67*	79*	79	87	45*	59**
• Produits électriques et électroniques	87	83	63*	80*	85	82	89	87	70	73
• Fabrication des produits métalliques	76	90	54	68	58***	88***	84	95	39***	79***
• Meubles	50	48	42	49	46	45	56	49	28	40
• Machinerie industrielle	69**	94**	58*	83*	71	83	75*	94*	48***	83***
• Produits minéraux non métalliques	52	58	53	69	36*	57*	62	76	35	48
• Autres	54**	75**	41	58	48	63	63**	86**	31	44
• Papier	85	76	100**	74**	77	66	100	82	77*	49*
• Première transformation des métaux	69*	94*	64**	95**	69*	94*	69*	95*	56**	94**
• Imprimerie et édition	47	62	35	46	60**	80**	67**	85**	24**	44**
• Produits en caoutchouc et en matière plastique	72	61	71	66	64	70	82	80	46	52
• Textiles	49**	66**	47	57	37***	66***	60**	78**	29**	49**
• Transports	73	85	64	73	69	74	76*	90*	61	69
• Bois	53	60	62	59	47	40	77	78	33	35
• TOUTES	63***	74***	55***	65***	57***	71***	74***	85***	40***	58***

Nota : *** statistiquement significatif au niveau de 1 %; ** au niveau de 5 %; * au niveau de 10 %.

7. *Analyse multivariée*

7.1 Modèle

Dans la présente section, nous utilisons un cadre multivarié pour examiner le lien entre l'utilisation de technologies de pointe et plusieurs mesures de la performance commerciale des usines du secteur de la fabrication. Ces mesures sont la croissance de la productivité relative, le taux de salaire relatif moyen, la rentabilité relative ainsi que la croissance de la part de marché et de l'emploi.

L'analyse d'une équation qui estime les corrélats de la croissance de la productivité et d'une autre qui examine les corrélats de la croissance de la part de marché renferme deux grandes composantes. Les régressions que nous avons estimées étaient les suivantes :

$$1)\ \text{PRODGRTH} = \alpha_0 + \alpha_1*\text{TECH} + \alpha_2*\text{SIZE8} + \alpha_3*\text{FOREIGN} + \alpha_4*\Delta\text{CAPINT} + \alpha_5*\text{LABPROD88} + \alpha_6*\text{R\&D} + \alpha_7*\text{INNOV} + \alpha_8*\text{BUS} + \alpha_9*\text{REGION}$$

$$2)\ \text{SHARGRTH} = \beta_0 + \beta_1*\text{TECH} + \beta_2*\text{SIZE88} + \beta_3*\text{FOREIGN} + \beta_4*\Delta\text{CAPINT} + \beta_5*\text{LABPROD88} + \beta_5*\Delta\text{LABPROD} + \beta_5*\text{MKTSHR88} + \beta_8*\text{R\&D} + \beta_9*\text{INNOV} + \beta_{10}*\text{BUS} + \beta_{11}*\text{REGION}$$

où *PRODGRTH* mesure la croissance de la productivité relative du travail d'une usine.
SHARGRTH mesure la croissance de la part de marché d'une usine.
TECH mesure l'utilisation de technologies de pointe par l'établissement.
SIZE88 mesure l'effectif de l'usine durant la période d'ouverture.
FOREIGN indique si un établissement est sous contrôle étranger ou non.
ΔCAPINT indique l'intensité de capital d'une usine selon les variations de sa rentabilité.
LABPROD88 mesure les niveaux de productivité du travail durant la période d'ouverture.
ΔLABPROD mesure les variations de la productivité relative du travail au fil du temps.
MKTSHR88 mesure la part de marché durant la période d'ouverture.
R&D indique si un établissement fait de la R-D ou non.
INNOV traduit divers aspects de l'innovation d'une usine.
BUS indique dans quelle mesure une usine emploie des pratiques commerciales de pointe.
REGION rend compte de tout effet régional.

7.1.1 Croissance de la productivité

La première équation examine la croissance de la productivité relative de 1988 à 1997. Nous postulons que la croissance de la productivité relative est fonction de l'utilisation de technologies de pointe à la fin de la période. L'utilisation des technologies de pointe de fin de période sert d'indicateur que l'usine a appris à travailler avec les procédés technologiques innovateurs. Nous mesurons l'utilisation de technologies de pointe au moyen d'un certain nombre de variables technologiques mutuellement exclusives, de plus en plus exhaustives et, par conséquent,

sophistiquées. L'utilisation de l'un, et seulement d'un, des trois types de technologies de communication de pointe—logiciels, matériel et communications—se mesure au moyen d'un ensemble de trois variables technologiques binaires. Quatre autres variables mesurent l'utilisation de combinaisons de TIC—logiciels et matériel, logiciels et communications, matériel et communications et, la plus sophistiquée de toutes, l'utilisation des trois types.

Des études antérieures (Baldwin, Diverty et Sabourin, 1995) ont constaté qu'en 1989, il suffisait d'utiliser un seul groupe technologique particulier (fabrication, conception et ingénierie ou communications) pour différencier les usines les unes des autres selon leur performance, mais également que les usines qui combinaient des technologies de pointe de différents domaines avaient la meilleure performance. Étant donné que nous mesurons l'utilisation des technologies de pointe dix ans plus tard en 1998 et que, l'année suivante, une foule d'autres usines avaient adopté au moins une technologie de pointe, nous prévoyons que les variables de l'utilisation d'une technologie unique auront moins d'effet sur la performance des usines au cours des années 1990. Mais nous formulons l'hypothèse que les usines qui combinent des technologies de pointe de différents domaines verront leur productivité connaître la plus forte croissance durant les années 1990.

La croissance de la productivité sera sans doute aussi fonction de l'utilisation de technologies de pointe dans la mesure où il y a un lien entre cette utilisation et l'accroissement de l'intensité du capital. Pour apporter les corrections nécessaires, nous incluons également l'augmentation de la rentabilité relative d'une usine (son ratio profit/ventes), car il y devrait y avoir en moyenne un corrélat étroit entre la mesure de la rentabilité et l'intensité du capital.

La taille de l'usine a été incluse pour rendre compte de l'accroissement des capacités financières et informationnelles souvent associé aux grands établissements. Les grandes usines ont tendance à investir davantage dans de l'équipement neuf et de nouvelles immobilisations, ce qui tend à favoriser la croissance. Les données sur l'emploi ont servi à jauger les effets de la taille.

Nous incluons la productivité durant la période initiale pour pouvoir faire une régression vers la moyenne. Des études antérieures (Baldwin, 1995) et les tableaux contenus dans la première section du présent document signalent que les usines ont tendance à régresser vers la moyenne durant la période.

La nationalité des propriétaires d'une usine est incluse puisque les multinationales sont considérées comme des joueurs importants dans la diffusion mondiale des technologies de pointe (Caves, 1982). Des travaux antérieurs révèlent que la productivité du travail des usines sous contrôle étranger s'est accrue plus fortement que celle des usines sous contrôle canadien (Baldwin et Dhaliwal, 2001). Les multinationales ont généralement l'avantage de la taille, de l'expertise et des ressources financières. La nationalité du contrôle se mesure dans la présente étude par une variable binaire prenant un comme valeur si l'établissement est sous contrôle étranger et zéro s'il est sous contrôle canadien.

Nous utilisons également une variable binaire indiquant si l'usine a déclaré ou non faire de la R-D. Nous procédons ainsi pour deux raisons.

Premièrement, en raison des preuves découlant d'études précédentes sur l'effet de la R-D sur la productivité (Lichtenberg et Siegel, 1991; Hall et Mairesse, 1995; Dilling-Hansen et col., 1999), ce qui nous intéresse par nature, c'est de savoir si l'activité de R-D influence la tenue de la productivité une fois qu'on a tenu compte de la combinaison des technologies.

Deuxièmement, l'inclusion de cette variable vise à réduire les effets fixes du problème économétrique. Les écrits économétriques dépensent beaucoup d'énergie à craindre que les équations telles que l'équation 1 ne produisent des estimations biaisées des paramètres qui accompagnent les variables indépendantes si l'on omet des effets fixes corrélés aux variables incluses. Une bonne partie de nos travaux antérieurs sur les caractéristiques des entreprises nous permettent de croire qu'il s'agit vraisemblablement là d'un problème. Fondamentalement, les entreprises se divisent entre celles qui innovent et se concentrent sur un grand nombre de domaines fonctionnels, comme les ressources humaines ou les capacités de marketing (Baldwin et Johnson, 1996, 1998, 1999), et celles qui ne le font pas. Puisqu'il y a sans doute un puissant corrélat entre l'utilisation de technologies de pointe et le degré d'innovativité de l'entreprise, une régression qui n'emploie que l'utilisation de technologies de pointe risquera d'attribuer l'effet d'un grand nombre d'activités à cette seule utilisation. La corrélation entre l'utilisation des technologies et la productivité peut simplement refléter le fait que les entreprises au rendement supérieur font davantage usage des nouvelles technologies et font beaucoup d'autres choses également (voir McGuckin et col., 1998).

Pour résoudre cette difficulté, nous incluons trois variables différentes témoignant du degré d'innovativité d'une usine. La première variable d'innovativité nous dit si la R-D se fait continuellement à l'usine même ou dans une usine associée. Les études antérieures démontrent que les entreprises qui font continuellement de la R-D sont plus susceptibles d'innover que celles qui n'en font qu'à l'occasion (Baldwin et Hanel, 2002).

La deuxième variable mesure l'importance accordée à un certain nombre de stratégies qui reflètent des aspects de l'innovation différents de l'orientation R-D d'une usine. Dans le cadre de l'enquête sur les technologies, les directeurs d'usine évaluaient sur une échelle Likert de 1 (faible importance) à 5 (grande importance) points l'importance de la mise au point de nouveaux produits, de la pénétration de nouveaux marchés, de l'utilisation de nouveaux matériaux, de la formation technique continue et du recours à des équipes. Des variantes de ces questions ont été utilisées précédemment dans l'Enquête sur la croissance et l'Enquête sur les pratiques opérationnelles et financières pour départager les entreprises les plus innovatrices des moins innovatrices[12]. Dans ce cas-ci, nous mesurons directement le phénomène avec la question sur les nouveaux produits, mais nous l'appréhendons aussi indirectement par un examen des stratégies de ressources humaines. Il y a un lien étroit entre l'innovation et une stratégie de formation (Baldwin, 1999). Se concentrer sur les nouveaux matériaux implique de l'innovation. Mettre l'accent sur de nouveaux marchés est essentiel à toute stratégie d'innovation. La variable incluse dans la régression estimée est la moyenne des réponses données aux cinq questions d'enquête énumérées ci-dessus.

[12] Voir Baldwin, Chandler *et al.* (1994) et Johnson, Baldwin et Hinchley (1997).

La troisième variable mesure l'importance qui est accordée à une série de pratiques commerciales de pointe dont on a constaté ailleurs le lien étroit avec l'adoption de technologies de pointe (Baldwin, Sabourin et West, 1999). Ces pratiques comprennent les équipes multifonctionnelles de concepteurs, la conception technique, l'ingénierie concourante, l'amélioration continue (c.-à-d. la GQT), l'analyse comparative, l'attestation de l'usine (c.-à-d. ISO 9000), l'accréditation des fournisseurs, le contrôle de l'inventaire juste à temps, le contrôle statistique des processus, la gestion électronique des bons de commande, la simulation des processus, la planification des ressources de distribution et le déploiement de la fonction qualité. Bon nombre de ces pratiques sont requises pour tirer le meilleur des technologies de pointe. Par exemple, l'ingénierie concourante complète les systèmes de CAO et permet aux usines de mieux exploiter les capacités de ces nouvelles technologies. Cela nous permet ensuite de mieux distinguer les usines bien gérées de celles qui ne le sont moins bien. Pour les besoins de l'analyse statistique, nous utilisons une variable qui mesure le nombre de ces pratiques en cours dans les usines.

En outre, des variables binaires ont été incluses pour déceler si le milieu géographique compte.

7.1.2 Croissance de la part de marché

La deuxième équation examine les corrélats de la croissance de la part de marché.

Nous postulons que la part de marché dépend de facteurs procurant un avantage à l'entreprise par rapport à ses concurrents. Sa croissance est fonction tant de l'avantage conféré par la productivité du travail au début de la période que de sa croissance durant la période. Dans notre formulation, la croissance de la productivité relative du travail sert d'indicateur indirect pour une foule de facteurs liés à l'efficience technique, aux variations de l'intensité du capital et à d'autres compétences au sein d'une usine—des capacités de gestion aux stratégies en ressources humaines telles que la formation.

Bien que nous ayons déjà inclus l'utilisation de technologies de pointe dans l'équation de la productivité du travail, nous l'ajoutons également à l'équation de la part de marché pour voir si les technologies de pointe ont sur la croissance de la part de marché un effet différent de celui sur la croissance de la productivité relative du travail. L'utilisation de technologies de pointe permet non seulement d'abaisser les coûts, ce qui fait descendre les prix, mais également d'améliorer la souplesse du processus de fabrication et la qualité des produits fabriqués (Baldwin, Sabourin et Rafiquzzaman, 1995; Baldwin, Sabourin et West, 1999). On pourrait donc s'attendre à ce qu'elle ait sur la croissance de la part de marché un effet distinct de celui qu'elle a sur la productivité mesurée du travail.

Les autres variables sont essentiellement les mêmes que celles qui ont été utilisées pour la croissance dans le modèle de la productivité relative, sauf que nous avons inclus la part de marché durant la période d'ouverture pour pouvoir faire une régression vers la moyenne. Baldwin (1995) décrit les changements inexorables que la plupart des industries du secteur canadien de la fabrication ont connus au cours des années 1970 au moment où les petites usines voyaient leur part de marché s'accroître et où les grandes voyaient la leur s'amenuiser. Les

données du tableau 3 révèlent que le même processus s'est déroulé à la fin des années 1980 et au début des années 1990.

7.1.3 Croissance du taux de salaire, de l'emploi et de la rentabilité

Nous estimons également trois modèles additionnels. Le premier examine les corrélats de la croissance du taux de salaire moyen relatif au fil du temps. Le deuxième étudie les corrélats de la croissance de la rentabilité relative de l'entreprise. Le troisième s'intéresse aux corrélats de la croissance de la part de l'emploi dans le temps. Ces trois variables—le taux de salaire relatif, la part de l'emploi et la rentabilité relative—déterminent conjointement la valeur ajoutée à l'usine[13]. Nous étudions le lien entre l'utilisation de technologies de pointe et chacune de ces trois variables pour déterminer si ladite utilisation exerce davantage d'influence sur l'une que sur l'autre. Nous utilisons plusieurs des mêmes variables indépendantes dans ces modèles que dans le modèle de croissance de la productivité.

Le taux de salaire d'une usine se mesure par rapport à celui de l'industrie. Il correspond au ratio des traitements et salaires à l'emploi total pour l'établissement divisé par le même ratio pour les codes d'industrie à quatre chiffres. La croissance du taux de salaire relatif se calcule ensuite comme la différence entre les taux de salaire relatifs enregistrés la première et la dernière années. La croissance de la rentabilité relative se calcule de manière semblable, sauf que la rentabilité de l'établissement correspond à la valeur ajoutée moins les traitements et salaires divisée par la valeur des livraisons—un type de marge bénéficiaire. La part de l'emploi d'un établissement se calcule également en rapport avec son industrie d'appartenance. La croissance de la part de l'emploi, comme les autres mesures de la performance, se calcule comme la différence entre la part de l'emploi à la fin de la période et la part de l'emploi au début de la période.

7.2 Résultats empiriques

Les résultats de la régression des moindres carrés qui modélise différentes mesures du rendement du marché comme fonction de l'utilisation de technologies de pointe sont présentés au tableau 9. Étant donné que les données sont tirées d'une enquête à échantillon aléatoire de la population, nous fournissons des estimations pondérées. Toutes les régressions sont estimées par rapport à une usine exclue qui appartient à des intérêts canadiens, qui n'a pas adopté de TIC, qui ne fait pas de R-D et qui se trouve dans la région de l'Atlantique.

[13] La valeur ajoutée est égale à wL + rK, où w est le taux de salaire, L est l'emploi, r est le taux de profit et K est le capital.

7.2.1 Croissance de la productivité

Il y a un lien positif et significatif entre la croissance de la productivité relative du travail et l'utilisation de technologies de pointe (colonne 1, tableau 9). Les usines qui avaient adopté avec succès des technologies de pointe avant la fin de la période ont enregistré une plus forte croissance que celles qui ne l'avaient pas fait. Mais l'utilisation de technologies de pointe associée à l'augmentation de la productivité relative du travail est d'un type particulier. Les établissements qui n'avaient adopté que des technologies de communication en réseau étaient nettement plus susceptibles que les autres d'enregistrer une forte croissance de leur productivité. Mais les gains réels sont venus de l'adoption conjointe des trois types de technologie—les logiciels, le matériel et les communications en réseau. Ces résultats sont significatifs au niveau de 1 % si l'intensité du capital n'est pas incluse comme variable explicative (colonne 2) et au niveau de 5 % si elle l'est (colonne 1). Des régressions ont aussi été faites (mais non présentées ici) en utilisant le nombre de technologies de pointe adoptées, plutôt que l'incidence d'adoption, comme variables indépendantes. Cela nous a donné des résultats semblables. Les usines qui ont davantage recouru aux technologies de pointe à la fin des années 1990 ont vu leur productivité croître relativement plus vite au cours des dix années précédentes. Ce lien est particulièrement fort pour les usines qui ont adopté des technologies de communication en réseau.

On constate que la croissance énormément plus élevée de la productivité du travail est reliée aux établissements sous contrôle étranger, malgré l'inclusion de la taille des usines, de leur rendement sur le plan de la R-D et de leur utilisation de technologies de pointe. On laisse parfois entendre que ce sont ces variables qui déterminent principalement les avantages sur le plan de la productivité du travail dont jouissent les usines sous contrôle étranger. Leur inclusion aux présentes, parallèlement au coefficient important rattaché aux usines sous contrôle étranger, indique cependant qu'il y a quand même d'autres caractéristiques non mesurées qui confèrent aux multinationales un avantage sur le plan de la productivité.

Le coefficient rattaché à la taille d'une usine est positif, mais non significatif. La différence sur le plan de la croissance de productivité entre les grandes et les petites usines au Canada au début des années 90 s'accorde avec les résultats d'études précédentes qui portaient sur les années 70 et 80 (Baldwin, 1998; Baldwin et Dhaliwal, 2001). Si l'on omet de la régression la nationalité de ses propriétaires, cependant, le coefficient relatif à la taille d'une usine devient significatif au niveau de 5 %. Cela laisse supposer l'existence entre la taille d'une usine et la nationalité de ses propriétaires d'un solide lien qui se rattache à la croissance de la productivité. Les établissements sous contrôle étranger tendent à être plus gros que les établissements appartenant à des intérêts canadiens. On ne constate cependant aucun avantage tenant à la taille des usines après avoir neutralisé les différences sur le plan de la nationalité de leurs propriétaires.

Le coefficient de la variable de la productivité durant la période du début est négatif et hautement significatif. La productivité relative régresse vers la moyenne. Les usines dont la productivité relative du travail était élevée au début de la période l'ont vue diminuer. De la même manière, les usines dont la productivité relative du travail était inférieure à la moyenne au début de la période l'ont vue augmenter par rapport à celle de leurs consœurs.

La croissance de l'intensité du capital a un effet important et significatif sur celle de productivité relative du travail. Puisque les définitions de la productivité du travail et de la rentabilité se chevauchent quelque peu, nous éliminons cette variable de l'estimation pour voir si ce retrait influe sur les paramètres estimés associés aux variables relatives aux technologies de pointe (tableau 9, colonne 2). Il n'en est rien.

Ni la performance de la R-D, ni les autres variables (stratégie commerciale et pratiques commerciales) ne sont des déterminants significatifs de la croissance de la productivité relative d'une usine. Cela nous permet de croire que les effets fixes associés au fait que certaines entreprises sont meilleures que d'autres ne change pas l'importance qu'a la technologie comme déterminant majeur de la croissance de la productivité.

Enfin, l'emplacement régional n'a pas d'effet continuellement significatif sur la croissance de la productivité du travail, bien qu'il faille noter que la région omise (les provinces de l'Atlantique) enregistre une performance légèrement supérieure à celle des autres régions. Cela concorde avec un effet de régression vers la moyenne puisque cette région accusait un certain retard en 1989 par rapport aux autres quant à la productivité du travail (Zietsma et Sabourin, 2001)[14].

7.2.2 Croissance de la part de marché

La productivité du travail au début de la période et la croissance de la productivité relative du travail durant la période contribuent toutes deux des facteurs de manière positive et très significative à la croissance de la part de marché (troisième et quatrième colonnes du tableau 9).

Mais lorsqu'on tient compte des effets de la croissance relative de la productivité sur la part de marché, on s'aperçoit que la croissance de la part de marché n'est pas liée à l'utilisation de technologies de pointe. Elle l'est aux bénéfices que tire ou non l'usine du rendement de sa R-D et à son recours ou non à un ensemble de stratégies commerciales liées aux technologies. Si l'on supprime les variables liées à l'innovation (R-D, pratiques commerciales et stratégies commerciales)—dans une régression non publiée—alors la variable de l'utilisation la plus raffinée des technologies (l'utilisation des trois technologies) devient significative, tout comme l'utilisation de technologies logicielles et de communication en elles-mêmes. Les établissements qui adoptent tous les trois types de TIC sont nettement plus susceptibles d'accroître leur part de marché, mais seulement lorsqu'on soustrait les autres variables de la régression. En outre, ceux qui adoptent des technologies de communication sont aussi plus susceptibles d'augmenter leur part de marché. Cela cadre avec le résultat que nous avons obtenu antérieurement et selon lequel l'utilisation de technologies de communication à la fin des années 1980 a été associée le plus étroitement avec la performance supérieure durant cette décennie (Baldwin, Diverty et Sabourin, 1995).

[14] Il n'y avait aucune différence d'une industrie à l'autre dans ces équations.

Tableau 9. Régressions des moindres carrés pour la croissance de la productivité et de la part de marché de 1988 à 1997 (pondération selon l'établissement)

	Δ Productivité relative		Δ Part de marché	
	Colonne 1	Colonne 2	Colonne 3	Colonne 4
Intercepte	0,270***	,394***	-0,002	-0,0003
Utilisation de technologies de pointe				
Logiciels seulement	-0,006	-0,015	-0,0003	-0,0001
Matériel seulement	-0,013	0,045	0,004	0,004
Communications en réseau seulement	0,144*	0,165*	0,002	0,003
Logiciels + matériel seulement	0,018	-0,030	-0,001	-0,001
Logiciels + communications seulement	0,021	0,017	0,0004	0,001
Matériel + communications seulement	0,022	0,091	-0,0009	-0,0004
Toutes les trois	0,098**	0,169***	0,0004	0,0008
Pratiques de gestion				
Pratiques	0,002	-0,001	9e-5	0,0001
Taille de l'usine				
Effectif—1988	3e-5	4e-5	-4e-6	-4e-6
Nationalité du contrôle				
Étrangère	0,296***	0,398***	0,003	0,003**
Intensité du capital				
Variation de la rentabilité—1988-1997	1,410***	---	-0,003	-0,003
Productivité du travail initiale				
Productivité relative du travail — 1988	-0,442***	-0,616***	0,002**	---
Croissance de la productivité du travail				
Croissance de la productivité relative du travail	---	---	0,005***	0,004***
Condition initiale				
Part de marché—1988	---	---	-0,035	-0,029
R-D				
Fait continuellement de la R-D	-0,035	-0,017	0,002**	0,002*
Stratégie commerciale				
Stratégie commerciale de l'entreprise	0,003	0,003	0,0001*	0,0001*
Région				
Québec	-0,076	-0,078	-0,0005	-0,0005
Ontario	-0,034	-0,066	-0,001	-0,001
Prairies	-0,113*	-0,133	0,0002	0,0002
Colombie-Britannique	-0,069	-0,122	-0,001	-0,0008
Statistiques sommaires				
N	2362	2367	2362	2362
F(degrés de liberté)	(18, 2343)	(17, 2349)	(20, 2341)	(19, 2342)
	18,94	12,81	4,30	4,65
R^2	0,52	0,33	0,03	0,03

*** statistiquement significatif au niveau de 1 %; ** au niveau de 5 %; * au niveau de 10 %.

Tableau 10. Régressions des moindres carrés pour la croissance du taux de salaire, de la rentabilité et de l'emploi de 1988 à 1997 (pondération selon l'établissement)

	Δ Taux de salaire relatif	Δ Rentabilité relative	Δ Part de l'emploi
Intercepte	0,545***	0,543***	0,0008
Utilisation de technologies de pointe			
Logiciels seulement	0,0002	0,139	-0,0002
Matériel seulement	0,014	0,263**	0,003
Communications en réseau seulement	0,084**	0,225	0,004
Logiciels + matériel seulement	0,053	-0,037	0,001
Logiciels + communications seulement	0,091***	0,082	0,0005
Matériel + communications seulement	0,064	0,203	-0,002
Toutes les trois	0,128***	0,237**	0,001
Pratiques de gestion			
Pratiques	-0,003	0,002	-5e-5
Taille de l'usine			
Effectif—1988	4e-5***	6e-5**	---
Nationalité du contrôle			
Étrangère	0,083***	0,263***	0,0004
Intensité du capital			
Variation de la rentabilité (1988-1997)	0,037	---	-0,002
Value initiale			
Salaire relatif—1988	-0,580***	---	---
Rentabilité—1988	---	-0,889***	---
Part de l'emploi—1988	---	---	-0,033
R-D			
Fait continuellement de la R-D	-0,036*	0,051	0,002***
Stratégie commerciale			
Stratégie commerciale de l'entreprise	-0,001	-0,0002	9e-5
Région			
Québec	-0,070	0,023	-0,001
Ontario	-0,030	-0,181**	-0,001
Prairies	-0,093	-0,076	0,0004
Colombie-Britannique	0,014	-0,273**	-0,001
Statistiques sommaires			
N	2362	2362	2362
F(degrés de liberté)	(18, 2343)	(17, 2344)	(17, 2344)
	16,58	50,21	2,55
R^2	0,33	0,45	0,01

*** statistiquement significatif au niveau de 1 %; ** au niveau de 5 %; * au niveau de 10 %.

Quelles conclusions peut-on tirer? Dans des études antérieures, nous avons découvert que certaines entreprises innovent très différemment des autres (Baldwin et Johnson, 1996; 1998; 1999). Elles font de la R-D, se concentrent sur un certain nombre de pratiques de gestion de pointe *et* font un usage exhaustif des technologies de pointe. Elles en sont récompensées par l'augmentation de leur part de marché. L'utilisation exhaustive a de l'importance, mais dans le cadre d'un ensemble d'activités.

Comme dans le cas de la productivité relative du travail, les variations de la part de marché traduisent une régression vers la moyenne. Les usines plus grandes en 1988 ont généralement vu leur part de marché diminuer. Mais ce résultat n'est pas statistiquement significatif. La part de marché des usines sous contrôle étranger augmente.

Il n'y a aucun effet régional significatif. Cela suppose que l'importance relative des usines au sein des industries a très peu changé au niveau régional—que la répartition géographique de l'emploi est demeurée relativement constante[15].

7.2.3 Croissance du taux de salaire, de la rentabilité et de l'emploi

Les équations du taux de salaire relatif, de la part de l'emploi et de la rentabilité relative (tableau 10) nous montrent qu'il y a un lien significatif entre l'utilisation exhaustive de technologies, d'une part, et le taux de salaire relatif et la rentabilité relative, d'autre part. De plus, le contrôle étranger exerce un effet positif sur la rentabilité relative et sur le taux de salaire relatif, mais il n'affecte pas la croissance de la part de l'emploi. La croissance du salaire relatif et celle de la rentabilité relative régressent vers la moyenne. La part de l'emploi est également caractérisée par une régression vers la moyenne, mais cet effet n'est pas significatif.

La variable de la R-D n'a de lien significatif, négatif en l'occurrence, qu'avec le taux de salaire relatif. Les usines qui ont accès à des moyens de R-D ne versent pas des salaires particulièrement élevés par rapport à leurs concurrentes. Comme c'était le cas plus tôt, aucune des deux autres variables au niveau de l'entreprise (les pratiques commerciales ou les stratégies commerciales) n'est significative. Nous le répétons, cela signifie probablement que la variable technologique ne traduit pas seulement un effet fixe d'entreprise associé au caractère généralement plus innovateur de ces usines.

Bref, l'analyse multivariée révèle un lien étroit entre l'utilisation de technologies de pointe et la croissance de la productivité relative du travail et un lien positif entre cette utilisation et la croissance du taux de salaire relatif et de la rentabilité relative.

Les usines qui parviennent à incorporer des technologies de pointe, à le faire plus intensivement et à combiner des technologies de pointe d'un plus grand nombre de groupes fonctionnels ont également vu la productivité relative de leur travail s'accroître. Et la croissance de la productivité relative du travail se traduit par la croissance de la part de marché.

---

[15] Pour en savoir davantage sur l'évolution des répartitions régionales, voir Baldwin et Brown (2001).

F2

Veuillez noter que l'utilisation de technologies de pointe exerçait non seulement un effet indirect, mais également un effet direct, bien qu'en conjonction avec l'innovation en général, sur la croissance de la part de marché par l'entremise de la croissance de la productivité relative. Ce tient probablement au fait que les technologie de pointe et l'inclination générale à innover augmentent la souplesse des entreprises et, partant, leur faculté de répondre rapidement aux besoins des clients, et de ce fait accroître leur part du marché.

8. Conclusion

Nous comprenons mieux l'ampleur et la nature des forces dynamiques à l'œuvre au sein de la population des entreprises grâce à l'élaboration de bases de données longitudinales qui nous permettent de mesurer l'entrée de nouvelles entreprises et la sortie de vieilles entreprises et la façon dont les entreprises en place changent de position sur le marché en raison de leur croissance ou de leur décroissance. Ces bases de données nous permettent de mesurer certains aspects des effets de la concurrence, mais elles ne nous permettent pas facilement de comprendre les facteurs sous-jacents à l'origine du changement. Nous avons besoin pour cela de plus nombreux détails sur les caractéristiques sous-jacentes des entreprises et de leurs usines. Le présent document a utilisé des données sur l'une de ces caractéristiques—l'incidence d'utilisation de technologies de pointe—de même que la mesure dans laquelle les usines suivaient une stratégie générale d'innovation.

On se demande souvent jusqu'à quel point les TIC ont un effet sur l'ampleur du changement en cours. Le présent document s'est penché sur cette question en se demandant si les usines à différents parcours de croissance utilisent différemment les technologies de pointe. L'étude des différences de réussite entre les usines permet de déterminer les gammes de technologies de pointe les plus appropriées. Toutes les usines peuvent en tout temps se prévaloir des mêmes capacités technologiques. Mais seul un sous-ensemble de la population choisit d'adopter des TIC. Le fait de déterminer quelles usines et technologies sont plus étroitement associées à la réussite que les autres nous permet de savoir quels parcours technologiques sortent gagnants du processus concurrentiel.

De 1988 à 1997, avons-nous constaté, il y avait un lien entre l'adoption de nombreuses TIC et la croissance accrue de la productivité du travail et de la part de marché durant la période[16]. Il s'agit du même constat que celui fait dans un document antérieur sur la relation entre la performance des usines durant les années 1980 et l'utilisation de technologies de pointe (Baldwin, Diverty et Sabourin, 1995). Cela confirme notre opinion que l'adoption des TIC est l'une des clés de la croissance. Et cette croissance est associée à l'amélioration de la productivité du travail.

Nous avons également constaté que les technologies de communication jouent un rôle spécial dans la croissance. Les TIC s'appuient sur les capacités des ordinateurs. Les machines assistées par ordinateur permettent non seulement le coupage et le façonnage de précision, mais également l'acquisition de grandes quantités d'information, qui, à leur tour, permettent de surveiller,

[16] Nous avons également constaté que l'adoption de TIC avait des effets moindres sur la croissance du taux de salaire relatif et sur la croissance de la rentabilité relative.

d'évaluer et d'intervenir rapidement. On dit des capacités des nouvelles technologies qu'elles ont ouvert la porte à la révolution de la fabrication douce (Bylinsky, 1994). Les nouvelles technologies de pointe permettent d'allier efficacement les avantages des machines aux facultés cognitives de l'être humain. Et c'est dans ce domaine que l'adoption de technologies de pointe semble avoir eu le plus grand impact selon les preuves que nous vous avons présentées.

Plusieurs mises en garde s'imposent toutefois à l'égard des résultats résumés ci-dessus. Nos résultats ne montrent pas que le seul fait d'acheter des technologies de pointe est un gage de succès. Nous avons démontré que les usines qui adoptent avec succès des TIC (celles qui déclarent posséder de tels appareils) s'en tirent mieux que les autres. Mais leur mise en œuvre exige un certain nombre de compétences. Le développement des compétences professionnelles nécessaires exige l'établissement d'une stratégie en ressources humaines (Baldwin, 1999, 2000). Les entreprises doivent résoudre les problèmes de financement associés à l'acquisition de technologies nouvelles et non éprouvées (Baldwin et Lin, 2001). L'innovation, même technique, s'accompagne souvent de la mise au point de pratiques exemplaires de contrôle de la qualité et d'ingénierie (Baldwin et Sabourin, 2000).

Dans le présent document, nous n'avons mis l'accent que sur une caractéristiques des usines de fabrication : leur sophistication technologique. Mais nous reconnaissons que les usines se distinguent rarement les unes des autres à un seul égard. Baldwin et Johnson (1996; 1998) démontrent que les entreprises innovatrices et les entreprises non innovatrices diffèrent simultanément à plusieurs égards : l'importance qu'elles accordent au marketing, aux ressources humaines, au financement et aux développements technologiques. La technologie n'est qu'un des morceaux du casse-tête d'une entreprise prospère. Cela dit, il s'agit d'un morceau essentiel. Les usines qui adoptent des technologies de pointe produisent davantage et grandissent plus vite. Qu'il leur faille maîtriser un certain nombre de compétences pour réussir ne réduit en rien l'incontournable nécessité de trouver le moyen d'intégrer avec succès des TIC dans leur fonctionnement.

Annexe A

Afin d'étudier la croissance au fil du temps, nous n'utilisons que les établissements pour lesquels nous disposons de données relatives à la performance financière sur une période de dix ans, en l'occurrence 1988 à 1997 inclusivement. Des 3 699 établissements de l'échantillon original, 2 113 sont présents tout au long de la période.

Puisque les échantillons réduits d'établissements persévérants tels que ceux dont nous nous sommes servis ne sont parfois pas représentatifs de la population dans son ensemble, il est utile d'examiner les différences entre l'échantillon que nous avons utilisé et la population pour savoir où elles se manifestent. Les répartitions selon la taille et l'industrie de l'échantillon utilisé sont fournies au tableau A.1. pour la population totale des établissements manufacturiers et pour la population des « persévérants » en 1997, et ce, pour tous les établissements d'au moins 10 employés. Leur composition industrielle étant essentiellement la même que celle de la population totale, les « persévérants » de notre échantillon sont généralement représentatifs de la population des établissements, du moins pour ce qui est de la composition industrielle et dans une faible mesure pour ce qui est de la taille.

Tableau A.1. Répartition selon la taille et l'industrie des établissements persévérants et de la population manufacturière totale, pondération selon l'établissement

Caractéristiques	Population TOTALE (10 employés ou plus)	Population des établissements PERSÉVÉRANTS (10 employés ou plus)
	(pourcentage des établissements)	
Taille		
• Petits (10-99 employés)	83	72
• Moyens (100-249 employés)	11	19
• Grands (250 plus employés)	6	9
Industrie (code à 2 chiffres)		
• Produits chimiques et pétroliers	5	5
• Produits électriques et électroniques	6	5
• Fabrication des produits métalliques	20	18
• Meubles	5	6
• Machinerie industrielle	7	7
• Minéraux non métalliques	4	5
• Papier	3	4
• Première transformation des métaux	2	2
• Imprimerie et édition	10	9
• Produits en caoutchouc et en matière plastique	6	6
• Textiles	10	10
• Tabac et boissons	1	1
• Transports	6	5
• Bois	10	11
• Autres	7	7
Total	100	100

Bibliographie

Baily, M., C. Hulten et D. Campbell. 1992. "Productivity Dynamics in Manufacturing Plants". *Brookings Papers on Economic Activity: Microeconomics 1992*. p. 187-267.

Baldwin, J.R. 1995. *The Dynamics of Industrial Competition. A North American Perspective*. Cambridge: Cambridge University Press.

Baldwin, J.R. 1996a. "Productivity Growth, Plant Turnover and Restructuring in the Canadian Manufacturing Sector". Sous la direction de D. Mayes. *Sources of Productivity Growth* Cambridge: Cambridge University Press.

Baldwin, J.R. 1996b. "Innovation: The Key to Success in Small Firms". Dans J. de la Mothe et G. Paquette (dir.) *Evolutionary Economics and the New International Political Economy*. Londres: Pinter.

Baldwin, J.R. 1998. "Were Small Firms the Engines of Growth in the 1980s"? *Small Business Economics* 10: 349-64.

Baldwin, J.R. 1999. *Innovation, formation et réussite*. Documents de recherche n° 137. Direction des études analytiques. Ottawa: Statistique Canada.

Baldwin, J.R. 2000. *L'innovation et la formation dans les nouvelles entreprises*. Documents de recherche n° 123. Direction des études analytiques. Ottawa: Statistique Canada.

Baldwin, J.R., D. Beckstead, N. Dhaliwal, R. Durand, V. Gaudreault, T. Harchaoui, J. Hosein, M. Kaci et J.-P. Maynard. 2001. *Croissance de la productivité au Canada*. N° 15-204 au catalogue. Ottawa: Statistique Canada.

Baldwin, J.R. et M. Brown. 2001. *Dynamique du secteur canadien de la fabrication dans les régions métropolitaines et rurales*. Documents de recherche n° 169. Direction des études analytiques. Ottawa: Statistique Canada. À paraître.

Baldwin, J.R., William Chandler, Can Le et Tom Papailiadis. 1994. *Stratégies de réussite : Profil des petites et des moyennes entreprises en croissance (PMEC) au Canada*. N° 61-523 au catalogue. Ottawa: Statistique Canada.

Baldwin, J.R. et N. Dhaliwal. 2001. "Hétérogénéité de la croissance de la productivité du travail dans le secteur de la fabrication : Comparaisons entre les établissements sous contrôle canadien et étranger". Dans *Croissance de la productivité au Canada*. N° 15-204 au catalogue, p. 51-76. Ottawa: Statistique Canada.

Baldwin, J.R., B. Diverty. 1995. *Utilisation des technologies de pointe dans les établissements de fabrication*. Documents de recherche n° 85. Direction des études analytiques. Ottawa: Statistique Canada.

Baldwin, J.R., B. Diverty et D. Sabourin. 1995. *Technology Use and Industrial Transformation: Empirical Perspectives*. Dans T. Courchesne (dir.) *Technology, Information, and Public Policy*. John Deutsch Institute for the Study of Economic Policy. Kingston, Ontario: Queen's University. (voir aussi le document de recherche n° 75, Direction des études analytiques. Ottawa: Statistique Canada).

Baldwin, J.R., Tara Gray, Joanne Johnson, Jody Proctor, Mohammed Rafiquzzaman et David Sabourin. 1997. *Les faillites d'entreprise au Canada*. N° 61-525 au catalogue. Ottawa: Statistique Canada.

Baldwin, J.R. et P.K. Gorecki. 1991. "Productivity Growth and the Competitive Process: the role of firm and plant turnover". Dans P.A. Geroski et J. Schwalbach (dir.) *Entry and Market Contestability: An International Comparison*. Oxford: Basil Blackwell.

Baldwin, J.R. et J. Johnson. 1996. "Business Strategies in Innovative and Non-Innovative Firms in Canada". *Research Policy* 25: 785-804.

Baldwin, J.R. et J. Johnson. 1998. "Innovator Typologies, Related Competencies, and Performance". Dans *Microfoundations of Economic Growth: A Schumpeterian Perspective*. Sous la direction de G. Eliasson, C. Green et C. McCann Jr. The University of Michigan Press. Ann Arbor, MI. p. 227-53.

Baldwin, J.R. et J. Johnson. 1999. "Entry, Innovation and Firm Growth". Dans *Are Small Firms Important? Their Role and Impact*. Sous la direction de Z. Acs. Dordrecht: Kluwer. 1999. p. 51-71.

Baldwin, J.R. et Petr Hanel. 2002. *Knowledge Creation and Innovation in an Open Economy*. Cambridge: Cambridge University Press. À paraître.

Baldwin, J.R. et Z. Lin. 2001. "Entraves à l'adoption des technologies de pointe pour les fabricants canadiens". Documents de recherche n° 173. Direction des études analytiques. Ottawa: Statistique Canada.

Baldwin, J.R. et D. Sabourin. 2000. "Innovative Activity in Canadian Food Processing Establishments: The Importance of Engineering Practices". *International Journal of Technology Management*, Vol. 20, No. 5, p. 511-527.

Baldwin, J.R. et D. Sabourin. 2002. "The Effect of Changing Technology Use on Productivity Performance". Documents de recherche à paraître. Direction des études analytiques. Ottawa: Statistique Canada.

Baldwin, J.R., D. Sabourin et M. Rafiquzzaman. 1996. *Avantages et problèmes liés à l'adoption de la technologie dans le secteur de la fabrication au Canada*. N° 88-514 au catalogue. Ottawa: Statistique Canada.

Baldwin, J.R., David Sabourin et D. West. 1999. *Technologie de pointe dans le secteur de la transformation des aliments au Canada* . N° 88-518 au catalogue. Ottawa: Statistique Canada.

Beaumont, N.B. et R.M. Schroder. 1997. "Technology, Manufacturing Performance and Business Performance amongst Australian Manufacturers". *Technovation* Vol. 17 No.6, p. 297-307.

Bartelsman, E. et P. Dhrymes. 1998. Productivity Dynamics: U.S. Manufacturing Plants, 1972-1986. *Journal of Productivity Analysis*, Vol 9, p. 5-34.

Bylinsky, G. 1994. "The Digital Factory". *Fortune* Novembre 14, 1994.

Caves, R.E. 1982. *Multinational Enterprise and Economic Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.

Dilling-Hansen, M., T. Eriksson, E.S. Madsen et V. Smith. 1999. "The Impact of R&D on Productivity: Evidence from Danish Firm-level Data". International Conference on Comparative Analysis of Enterprise Data, The Hague, Les pays-bas.

Doms, M., T. Dunne et M. Roberts. 1994. *The Role of Technology Use in the Survival and Growth of Manufacturing Plants*. Mimeo. U.S. Bureau of the Census, Center for Economic Studies.

Doms, M., T. Dunne et K. Troske. 1997. "Workers, Wages and Technology". *The Quarterly Journal of Economics*. Vol. CXII, p. 253-290.

Dosi, G. et L. Marengo. 1994. "Some Elements of an Evolutionary Theory of Organizational Competencies". Dans *Evolutionary Concepts in Contemporary Economics.* Sous la direction de R. England. University of Michigan Press. p. 157-78.

Dunne, T. et J. Schmitz Jr. 1995. "Wages, Employment Structure and Employer Size-Wage Premia: Their Relationship to Advanced-technology Usage at U.S. Manufacturing Establishments". *Economica*. Vol. 62, p. 89-107.

Geroski, P. 1989. "Entry, Innovation and Productivity Growth". *The Review of Economics and Statistics*. Vol. LXXI, n° 4, p. 572-578.

Hall, B. et J. Mairesse. 1995. "Exploring the Relationship between R&D and Productivity in French Manufacturing Firms". *Journal of Econometrics* 65: 265-93.

Jensen, J., R. McGuckin et K. Stiroh. 2000. "The Impact of Vintage and Survival on Productivity: Evidence from Cohorts of U. S. Manufacturing Plants". Mimeo. U.S. Bureau of the Census, Center for Economic Studies.

Johnson, Joanne, J.R. Baldwin et Christine Hinchley. 1997. *Les jeunes entreprises montantes : se donner les moyens de survivre et de croître*. N° 61-524 au catalogue. Ottawa: Statistique Canada.

Lichtenberg, F.R. et D. Siegel. 1991. "The Impact of R&D Investment on Productivity: New Evidence using linked R&D-LRD data". *Economic Inquiry* 29: 203-28.

McGuckin, R., M. Streitwieser et M. Doms. 1996. "Advanced Technology Usage and Productivity Growth". *Economics of Innovation and New Technology* 7: 1-26.

Power, L. 1998. "The Missing Link: Technology, Investment and Productivity". *The Review of Economics and Statistics*. Vol. 80, No. 2, p. 300-313.

Prahalad, C.K. et G. Hamel. 1990 "The Core Competencies of the Corporation". *Harvard Business Review* May-June 79-91.

Rischel, T.D., O.M. Burns. 1997. "The Impact of Technology on Small Manufacturing Firms". *The Journal of Small Business Management*. Vol. 35I, p. 2-10.

Salter, W.E. 1966. *Productivity and Technical Change*. Cambridge: Cambridge University Press.

Sabourin, D. et D. Beckstead. 1999. *Adoption de la technologie dans le secteur de la fabrication au Canada, 1998*. Document de travail ST-99-05. Division des sciences, de l'innovation et de l'information électronique. Ottawa: Statistique Canada.

Stoneman, P. et M.J. Kwon. 1996. "Technology Adoption and Firm Profitability". *The Economic Journal*. Vol. 106, p. 952-962.

Ten Raa, T. et E.N. Wolff. 1999. *Engines of Growth in the U.S. Economy*. ECIS/SCED Conference on Economic Growth, Trade and Technology, 3-4 October, Eindhoven.

Teece, D., G. Pisano et A. Shuen. 1997. "Dynamic Capabilities and Strategic Management". *Strategic Management Journal* 18: 509-533.

Tracey, M., M.A. Vonderrembse et J.S. Lim. 1999. "Manufacturing Technology and Strategy Formulation: Keys to Enhancing Competitiveness and Improving Performance". *Journal of Operations Management*. Vol. 17, p. 4111-4128.

Van Meijl, H. 1995. "Endogenous Technological Change: The Case of Information Technology. Theoretical Considerations and Empirical Results". MERIT, University of Limburg, Maastricht, p. 289.

Zietsma, D. and D. Sabourin. 2001. "Différences de productivité entre les provinces". L'Observateur économique canadien, août. N° 11-010 au catalogue, p. 3.1-3.10. Ottawa: Statistique Canada.

DIRECTION DES ÉTUDES ANALYTIQUES
DOCUMENTS DE RECHERCHE

N^O 1 *Réaction comportementale dans le contexte d'une simulation micro-analytique socio-économique* ***par Lars Osberg (Avril 1986)***

N^O 2 *Chômage et formation* ***par Garnett Picot (1987)***

N^O 3 *Des pensions aux personnes au foyer et leur répartition sur la durée du cycle de vie* ***par Michael C. Wolfson (Août 1987)***

N^O 4 *La modélisation des profils d'emploi des Canadiens au cours de leur existence* ***par Garnett Picot (Hiver 1986)***

N^O 5 *Perte d'un emploi et adaptation au marché du travail dans l'économie canadienne* ***par Garnett Picot et Ted Wannell (1987)***

N^O 6 *Système de statistiques relatives à la santé : Proposition d'un nouveau cadre théorique visant l'intégration de données relatives à la santé* ***par Michael C. Wolfson (Mars 1990)***

N^O 7 *Projet-pilote de raccordement micro-macro pour le secteur des ménages au Canada* ***par Hans J. Adler et Michael Wolfson (Août 1987)***

N^O 8 *Notes sur les groupements de sociétés et l'impôt sur le revenu au Canada* ***par Michael C. Wolfson (Octobre 1987)***

N^O 9 *L'expansion de la classe moyenne : Données canadiennes sur le débat sur la déqualification* ***par John Myles (Automne 1987)***

N^O 10 *La montée des conglomérats* ***par Jorge Niosi (1987)***

N^O 11 *Analyse énergétique du commerce extérieur canadien : 1971 et 1976* ***par K.E. Hamilton (1988)***

N^O 12 *Taux nets et bruts de concentration des terres* ***par Ray D. Bollman et Philip Ehrensaft (1988)***

N^O 13 *Tables de mortalité en l'absence d'une cause pour le Canada (1921 à 1981) : Une méthode d'analyse de la transition épidémiologique* ***par Dhruva Nagnur et Michael Nagrodski (Novembre 1987)***

N° 14 Distribution de la fréquence d'occurrence des sous-séquences de nucléotides, d'après leur capacité de chevauchement ***par Jane F. Gentleman et Ronald C. Mullin (1988)***

N° 15 L'immigration et le caractère ethnolinguistique du Canada et du Québec ***par Réjean Lachapelle (1988)***

N° 16 Intégration de la ferme au marché extérieur et travail hors ferme des membres des ménages agricoles ***par Ray D. Bollman et Pamela Smith (1988)***

N° 17 Les salaires et les emplois au cours des années 1980 : Évolution des salaires des jeunes et déclin de la classe moyenne ***par J. Myles, G. Picot et T. Wannell (Juillet 1988)***

N° 18 Profil des exploitants agricoles dotés d'un ordinateur ***par Ray D. Bollman (Septembre 1988)***

N° 19 Répartitions des risques de mortalité : Une analyse de tables de mortalité ***par Geoff Rowe (Juillet 1988)***

N° 20 La classification par industrie dans le recensement canadien des manufactures : Vérification automatisée à l'aide des données sur les produits ***par John S. Crysdale (Janvier 1989)***

N° 21 Consommation, revenus et retraite ***par A.L. Robb et J.B. Burbridge (1989)***

N° 22 Le renouvellement des emplois dans le secteur manufacturier au Canada ***par John R. Baldwin et Paul K. Gorecki (Été 1989)***

N° 23 La dynamique des marchés concurrentiels ***par John R. Baldwin et Paul K. Gorecki (1990)***

A. *Entrée et sortie d'entreprises dans le secteur manufacturier au Canada*
B. *Mobilité à l'intérieur des branches d'activité dans le secteur manufacturier au Canada*
C. *Mesure de l'entrée et de la sortie dans le secteur manufacturier au Canada : Méthodologie*
D. *Effet de la libre concurrence sur la productivité : Rôle de la rotation des entreprises et des usines*
E. *Les fusions et le processus concurrentiel*
F. *n/a*
G. *Les statistiques de concentration comme prédicteurs du degré de concurrence*
H. *Le rapport entre la mobilité et la concentration dans le secteur manufacturier au Canada*

N° 24 Améliorations apportées au SAS de l'ordinateur central en vue de faciliter l'analyse exploratoire des données ***par Richard Johnson, Jane F. Gentleman et Monica Tomiak (1989)***

N° 25 Aspects de l'évolution du marché du travail au Canada : Mutations intersectorielles et roulement de la main-d'oeuvre ***par John R. Baldwin et Paul K. Gorecki (1989)***

N° 26 L'écart persistant : Étude de la différence dans les gains des hommes et des femmes qui ont récemment reçu un diplôme d'études postsecondaires ***par Ted Wannell (1989)***

N° 27 Estimation des pertes de sol sur les terres agricoles à partir des données du recensement de l'agriculture sur les superficies cultivées ***par Douglas F. Trant (1989)***

N° 28 Les bons et les mauvais emplois et le déclin de la classe moyenne : 1967-1986 ***par Garnett Picot, John Myles et Ted Wannell (1990)***

N° 29 Données longitudinales sur la carrière relatives à certaines cohortes de fonctionnaires, 1978-1987 ***par Garnett Picot et Ted Wannell (1990)***

N° 30 L'incidence des revenus sur la mortalité sur une période de vingt-cinq ans ***par Michael Wolfson, Geoff Rowe, Jane F. Gentleman et Monica Tomiak (1990)***

N° 31 Réaction des entreprises à l'incertitude des prix : La stabilisation tripartite et l'industrie des bovins dans l'ouest du Canada ***par Theodore M. Horbulyk (1990)***

N° 32 Méthodes de lissage pour microdonnées longitudinales simulées ***par Jane F. Gentleman, Dale Robertson et Monica Tomiak (1990)***

N° 33 Tendances des investissements directs canadiens à l'étranger ***par Paul K. Gorecki (1990)***

N° 34 POHEM - une approche inédite pour l'estimation de l'espérance de vie corrigée en fonction de l'état de santé ***par Michael C. Wolfson (1991)***

N° 35 Emploi et taille des entreprises au Canada : Les petites entreprises offrent-elles des salaires inférieurs? ***par René Morissette (1991)***

N° 36 Distinguer les caractéristiques des acquisitions étrangères en haute technologie dans le secteur manufacturier canadien ***par John R. Baldwin et Paul K. Gorecki (1991)***

N° 37 Efficience des branches d'activité et roulement des établissements dans le secteur canadien de la fabrication **par John R. Baldwin (1991)**

N° 38 Le vieillissement de la génération du baby boom : Effets sur le secteur public du Canada **par Brian B. Murphy et Michael C. Wolfson (1991)**

N° 39 Tendances dans la répartition de l'emploi selon la taille des employeurs : Données canadiennes récentes **par Ted Wannell (1991)**

N° 40 Les petites collectivités du Canada atlantique : Structure industrielle et caractéristiques du marché du travail au début des années 80 **par Garnett Picot et John Heath (1991)**

N° 41 La répartition des impôts et des transferts fédéraux et provinciaux dans le Canada rural **par Brian B. Murphy (1991)**

N° 42 Les multinationales étrangères et les fusions au Canada **par John Baldwin et Richard Caves (1992)**

N° 43 Recours répétés à l'assurance-chômage **par Miles Corak (1992)**

N° 44 POHEM -- Un cadre permettant d'expliquer et de modéliser la santé de populations humaines **par Michael C. Wolfson (1992)**

N° 45 Analyse de modèle de l'espérance de vie en santé de la population : Une approche fondée sur la microsimulation **par Michael C. Wolfson et Kenneth G. Manton (1992)**

N° 46 Revenus de carrière et décès : Une analyse longitudinale de la population âgée masculine du Canada **par Michael C. Wolfson, Geoff Rowe, Jane Gentleman et Monica Tomiak (1992)**

N° 47 Tendances longitudinales dans la durée des recours à l'assurance-chômage au Canada **par Miles Corak (1992)**

N° 48 La dynamique du mouvement des entreprises et le processus concurrentiel **par John Baldwin (1992)**

N° 49 Élaboration de données-panel longitudinales à partir de registres des entreprises : Observations du Canada **par John Baldwin, Richard Dupuy et William Penner (1992)**

N° 50 Le calcul de l'espérance de vie ajustée sur la santé pour une province canadienne à l'aide d'une fonction d'utilité multiattribut : Un premier essai **par J.-M. Berthelot, R. Roberge et M. C. Wolfson (1992)**

N° 51 Mesure de la robustesse des barrières à l'entrée ***par J. R. Baldwin et M. Rafiquzzaman (1993)***

N° 52 Les multinationales au Canada : Caractéristiques et facteurs déterminants ***par Paul K. Gorecki (1992)***

N° 53 La persistance du chômage : Dans quelle mesure l'attribuer aux prestations d'assurance-chômage de prolongation fondée sur le taux de chômage régional ***par Miles Corak et Stephen Jones (1993)***

N° 54 Variations cycliques de la durée des périodes de chômage ***par Miles Corak (1992)***

N° 55 Licenciements et travailleurs déplacés : Variations cycliques, secteurs les plus touchés et expériences après le licenciement ***par Garnett Picot et Wendy Pyper (1993)***

N° 56 La durée du chômage en période d'expansion et de récession ***par Miles Corak (1993)***

N° 57 Obtenir un emploi en 1989-1990 au Canada ***par René Morissette (1993)***

N° 58 L'appariement de données échantillonnales et administratives en vue d'étudier les déterminants de la santé ***par P. David, J.-M. Berthelot et C. Mustard (1993)***

N° 59 Maintenir la comparabilité dans le temps des classifications par industrie ***par John S. Crysdale (1993)***

N° 60 L'inégalité des gains au Canada : Le point sur la situation ***par R. Morissette, J. Myles et G. Picot (Juin 1994)***

N° 61 Changement structurel dans le secteur canadien de la fabrication (1970-1990) ***par J. Baldwin et M. Rafiquzzaman (Juillet 1994)***

N° 62 Effets dissuasifs de l'assurance-chômage sur le marché du travail canadien : Un survol ***par M. Corak (Janvier 1994)***

N° 63 Expériences récentes des jeunes sur le marché du travail au Canada ***par Gordon Betcherman et René Morissette (Juillet 1994)***

N° 64 Comparaison de la création et de la disparition d'emplois au Canada et aux États-Unis ***par John Baldwin, Timothy Dunne et John Haltiwanger (Juillet 1994)***

N° 65 Heures de travail hebdomadaire au Canada : Le point sur la situation ***par René Morissette et Deborah Sunter (Juin 1994)***

N° 66 Mesures d'inégalité divergentes -- Théorie, résultats empiriques et recommandations ***par Michael C. Wolfson (Mai 1995)***

N° 67 XEcon: Un modèle évolutif expérimental de croissance économique ***par Michael C. Wolfson (Juin 1995)***

N° 68 L'écart entre les gains des hommes et ceux des femmes ayant récemment obtenu un diplôme d'études postsecondaires, 984-92 ***par Ted Wannell et Nathalie Caron (Novembre 1994)***

N° 69 Regard sur les groupes d'équité en matière d'emploi chez ceux ayant récemment obtenu un diplôme d'études postsecondaires : minorités visibles, peuples autochtones et personnes limitées dans leurs activités quotidiennes ***par Ted Wannell et Nathalie Caron (Novembre 1994)***

N° 70 Les créations d'emplois par les petits producteurs du secteur manufacturier canadien ***par John Baldwin et Garnett Picot (Novembre 1994)***

N° 71 La part des nouveaux emplois créés au Canada par les petites entreprises est-elle disproportionnée? Réévaluation des faits ***par G. Picot, J. Baldwin et R. Dupuy (Novembre 1994)***

N° 72 Adaptation par sélection et adaptation évolutive : Apprentissage et performance après l'entrée ***par J. Baldwin et M. Rafiquzzaman (Mai 1995)***

N° 73 Stratégie des entreprises innovatrices et non innovatrices au Canada ***par J. Baldwin et J. Johnson (Février 1995)***

N° 74 Développement du capital humain et innovation : La formation dans les petites et moyennes entreprises ***par J. Baldwin et J. Johnson (Mars 1995)***

N° 75 Utilisation des technologies et transformation industrielle : Perspectives empiriques ***par John Baldwin, Brent Diverty et David Sabourin (Août 1995)***

N° 76 L'innovation : La clé de la réussite des petites entreprises ***par John R. Baldwin (Février 1995)***

N° 77 Le chaînon manquant -- Données sur l'élément demande des marchés du travail ***par Lars Osberg (Avril 1995)***

N° 78 Restructuration du secteur manufacturier canadien 1970 à 1990 : Renouvellement de l'emploi selon le secteur industriel et la région ***par J. Baldwin et M. Rafiquzzaman (Juillet 1995)***

N° 79 Capital humain et emploi du temps ***par Frank Jones (Juin 1995)***

N° 80 Pourquoi l'inégalité des gains hebdomadaires a-t-elle augmenté au Canada? ***par René Morissette (Juillet 1995)***

N° 81 Statistiques socio-économiques et politique publique : Nouveau rôle pour les modèles de Microsimulation ***par Michael C. Wolfson (Juillet 1995)***

N° 82 Transferts sociaux, variations dans la structure familiale et faible revenu chez les enfants ***par Garnett Picot et John Myles (Septembre 1995)***

N° 83 Mesures alternatives de la durée moyenne du chômage ***par Miles Corak et Andrew Heisz (Octobre 1995)***

N° 84 Guide de l'utilisateur la durée du chômage ***par Miles Corak et Andrew Heisz (Décembre 1995)***

N° 85 Utilisation des technologies de pointe dans les établissements de fabrication ***par John R. Baldwin et Brent Diverty (Novembre 1995)***

N° 86 L'utilisation de la technologie, la formation et les connaissances spécifiques dans les établissements de fabrication ***par John R. Baldwin, Tara Gray et Joanne Johnson (Décembre 1995)***

N° 87 Croissance de la productivité, transfert de parts de marché et restructuration dans le secteur canadien de la fabrication ***par John R. Baldwin (Novembre 1995)***

N° 88 Les petits producteurs ont-ils été le moteur de la croissance du secteur manufacturier canadien au cours des années 1980? ***par John R. Baldwin (Octobre 1996)***

N° 89 Mobilité intergénérationnelle du revenu des hommes au Canada ***par Miles Corak et Andrew Heisz (Janvier 1996)***

N° 90 L'évolution des cotisations sociales au Canada: 1961 – 1993 ***par Zhengxi Lin, Garnett Picot et Charles Beach (Février 1996)***

N° 91 Le projet d'appariement du Recensement et des fichiers de soins de santé du Manitoba : Composante des ménages privés ***par Christian Houle, Jean-Marie Berthelot, Pierre David,Cam Mustard, L. Roos et M.C. Wolfson (Mars 1996)***

N° 92 Avantages salariaux d'origine technologique dans les établissements canadiens de fabrication pendant les années 1980 ***par John R. Baldwin, Tara Gray et Joanne Johnson (Janvier 1997)***

N° 93 Création d'emplois selon la taille des entreprises : Concentration et persistance des gains et pertes d'emplois dans les entreprises canadiennes ***par Garnett Picot et Richard Dupuy (Avril 1996)***

N° 94 Aspects longitudinaux de l'inégalité des revenus au Canada ***par René Morissette et Charles Bérubé (Juillet 1996)***

N° 95 Évolution de la durée et de la stabilité de l'emploi au Canada ***par Andrew Heisz (Novembre 1996)***

N° 96 Les Canadiens sont-ils plus susceptibles de perdre leur emploi au cours des années 1990? ***par Garnett Picot, Zhengxi Lin (Août 1997)***

N° 97 L'effectif et l'afflux de chômeurs ***par Michael Baker, Miles Corak et Andrew Heisz (Septembre 1996)***

N° 98 L'incidence de la technologie et du commerce sur les écarts salariaux entre les travailleurs de la production et la main-d'oeuvre indirecte dans le secteur manufacturier canadien ***par John R. Baldwin et Mohammed Rafiquzzaman (Mai 1998)***

N° 99 Utilisation de POHEM pour l'estimation des coûts médicaux directs associés à la pratique actuelle du traitement du cancer du poumon ainsi que pour l'évaluation économique de nouveaux traitements ***par C. Houle, B.W. Will, J.-M. Berthelot et W.K. Evans (Mai 1997)***

N° 100 Une enquête expérimentale canadienne visant à établir le lien entre les pratiques au lieu de travail et la condition des employés : Raisons de sa nécessité et description de son fonctionnement ***par Garnett Picot, Ted Wannell (Mai 1997)***

N° 101 L'activité innovatrice dans les établissements canadiens de transformation des aliments : L'importance des pratiques d'ingénierie, ***par John Baldwin et David Sabourin (Novembre 1999)***

N° 102 Différences dans les stratégies et le rendement de divers types d'innovateurs ***par John R. Baldwin et Joanne Johnson (Décembre 1997)***

N° 103 Les mises à pied permanentes au Canada : Vue d'ensemble et analyse longitudinale ***par Garnett Picot, Zhengxi Lin et Wendy Pyper (Septembre 1997)***

N° 104 Travailler plus? Travailler moins? Que préfèrent les travailleurs canadiens? ***par Marie Drolet et René Morissette (Mai 1997)***

N° 105 Croissance de l'utilisation des technologies de pointe dans le secteur canadien de la fabrication durant les années 90 ***par John Baldwin, Ed Rama et David Sabourin (Le 14 décembre 1999)***

N° 106 Mouvements de la main-d'œuvre et adaptation au marché du travail en Ontario de 1978 à 1993 ***par Zhengxi Lin et Wendy Pyper (Octobre 1997)***

N° 107 Importance de la recherche et du développement sur l'aptitude à innover des petites et des grandes entreprises manufacturières canadiennes ***par John R. Baldwin (Septembre 1997)***

N° 108 Concurrence internationale et performance industrielle : allocation optimale, production optimale et turbulence ***par John R. Baldwin et Richard E. Caves (Octobre 1997)***

N° 109 Les dimensions de l'inégalité salariale chez les Autochtones ***par Rachel Bernier (Décembre 1997)***

N° 110 Existe-t-il des liens entre la performance économique, les paiements de transfert, l'inégalité et le faible revenu? ***par Myles Zyblock et Zhengxi Lin (Décembre 1997)***

N° 111 L'effet de levier financier des entreprises : Une comparaison entre le Canada et les É.-U., 1961-1996 ***par Myles Zyblock (Décembre 1997)***

N° 112 Explication du relèvement de la prime liée à l'âge ***par Constantine Kapsalis (Juillet, 1998)***

N° 113 Mobilité intergénérationnelle des gains et du revenu des hommes au Canada : Étude basée sur les données longitudinales de l'impôt sur le revenu ***par Miles Corak et Andrew Heisz (Septembre, 1998)***

N° 114 Canadiens nés à l'étranger et Canadiens de naissance : une comparaison de la mobilité interprovinciale de leur main- d'œuvre ***par Zhengxi Lin (Septembre 1998)***

N° 115 Modes de vie et surpeuplement des logements : la situation des immigrants âgés au Canada, 1991 ***par K.G. Basavarajappa (Septembre 1998)***

N° 116 Le point sur l'inégalité des gains et sur la rémunération des jeunes durant les années 90?, ***par Garnett Picot (Juillet 1998)***

N° 117 Les facteurs déterminants des retards en matière d'adoption des technologies de fabrication de pointe ***par John R. Baldwin et Mohammed Rafiquzzaman (Août 1998)***

N° 118 La productivité du travail dans les établissements de fabrication au Canada sous contrôle canadien et étranger ***par John R. Baldwin et Naginder Dhaliwal (Mars 2000)***

N° 119 L'adoption de la technologie au Canada et aux États-Unis ***par John R. Baldwin et David Sabourin (Août 1998)***

N° 120 Existe-t-il des secteurs d'activité de haute technologie ou seulement des entreprises de haute technologie?Étude basée sur les nouvelles entreprises axées sur la technologie ***par John R. Baldwin et Guy Gellatly (Décembre 1998)***

N° 121 Un portrait des entrées et des sorties ***par John Baldwin (Juin 1999)***

N° 122 Les déterminants des activités d'innovation dans les entreprises de fabrication canadiennes : le rôle des droits de propriété intellectuelle ***par John R. Baldwin, David Sabourin et Petr Hanel (Mars 2000)***

N° 123 L'innovation et la formation dans les nouvelles entreprises ***par John R. Baldwin (Décembre 2000)***

N° 124 Une nouvelle perspective des tendances de l'inégalité des revenus au Canada et aux États-Unis ***par Michael C. Wolfson et Brian Murphy (Août 1998 et Octobre 1999)***

N° 125 L'assurance-emploi au Canada : Tendances récentes et réorientations ***par Zhengxi Lin (Septembre 1998)***

N° 126 Les ordinateurs, les télécopieurs et les salaires au Canada : Qu'est-ce qui compte vraiment? ***par René Morissette et Marie Drolet (Octobre 1998)***

N° 127 Comprendre le processus d'innovation : l'innovation dans les industries de services dynamiques ***par Guy Gellatly et Valerie Peters (Décembre 1999)***

N° 128 Données canadiennes récentes sur la qualité des emplois selon la taille des entreprises ***par Marie Drolet et René Morissette (Novembre 1998)***

N° 129 Distribution, inégalité et concentration des revenus chez les immigrants âgés au Canada, 1990 ***par K.G. Basavarajappa (Avril 1999)***

N° 130 Dynamique et inégalité des revenus chez les hommes au Canada, 1976-1992 : Analyse fondée sur des dossiers fiscaux longitudinaux ***par Michael Baker et Gary Solon (Février 1999)***

N° 131 L'incidence de la scolarité et l'écart salarial grandissant entre les jeunes travailleurs et les travailleurs âgés ***par C. Kapsalis, R. Morissette et G. Picot (Mars 1999)***

N° 132 Qu'est-ce qui explique les mouvements des enfants vers la situation de faible revenu et hors de celle-ci, les changements de situation sur le marché du travail ou le mariage et le divorce? ***par G. Picot, M. Zyblock et W. Pyper (Mars 1999)***

N° 133 L'accroissement de l'emploi autonome en période de chômage élevé : Analyse empirique des faits récents survenus au Canada ***par Zhengxi Lin, Janice Yates et Garnett Picot (Mars 1999)***

N° 134 Dynamique de la création et de la disparition d'emplois autonomes au Canada ***par Zhengxi Lin, Garnett Picot et Janice Yates (Mars 1999)***

N° 135 Décès et divorce : les conséquences à long terme de la perte parentale chez les adolescents ***par Miles Corak (Juin 9 1999)***

N° 136 À venir

N° 137 Innovation, formation et réussite ***par John Baldwin (Octobre 1999)***

N° 138 L'évolution de la protection offerte par les pensions aux travailleurs jeunes et plus âgés au Canada ***par René Morissette et Marie Drolet (Décembre 1999)***

N° 139 La concurrence des importations et la puissance sur le marché : le cas du Canada ***par Aileen J. Thompson (avril 2000)***

N° 140 Taux de féminité des professions et salaires : pourquoi le Canada diffère-t-il des États-Unis? ***par Michael Baker et Nicole Fortin (Juillet, 2000)***

N° 141 Passage des études au travail chez les diplômés des universités canadiennes : durée de recherche d'un premier emploi, 1982-1990, ***Julian Betts, Christopher Ferrall et Ross Finnie (Décembre 2000)***

No 142 Qui sont les migrants? Analyse de la migration interprovinciale au Canada fondée sur un modèle logit ***par panel, par Ross Finnie (Août 2000)***

N° 143 Différences de profils entre innovateurs et non-innovateurs : Les petits établissements du secteur des services aux entreprises ***par Guy Gellatly (Décembre 1999)***

N° 144 Transferts sociaux, gains et intensité des faibles revenus dans les familles canadiennes avec des enfants, 1981 à 1996: Mise en évidence des progrès récents de la mesure des faibles revenus ***par John Myles et Garnett Picot (Mars 2000)***

N° 145 Dans quelle mesure le chômage au Canada est-il structurel ? ***par Lars Osberg et Zhengxi Lin (Octobre 2000)***

N° 146 Dans quelle mesure les Canadiens sont-ils exposés au faible revenu? ***par René Morissette et Marie Drolet (Mars 2000)***

N° 147 La maturation du système de revenu de retraite du Canada : Niveaux de revenu, inégalité des revenus et faibles revenus chez les gens âgés ***par John Myles (Le 6 mars 2000)***

N° 148 Le marché du travail des années 1990 ***par Garnett Picot et Andrew Heisz (Avril 2000)***

N° 149 Réexamen des charges sociales au Canada : structure, paramètres législatifs et tendances récentes ***par Zhengxi Lin (Mars 2001)***

N° 150 Analyse empirique des tendances sur le plan de la diversification des sociétés au Canada ***par John R. Baldwin, Desmond Beckstead, Guy Gellatly et Alice Peters (Juin 2000)***

N° 151 Les multinationales et le processus d'innovation au Canada ***par John R. Baldwin et Petr Hanel (Juin 2000)***

N° 152 Les jeunes ruraux : Rester, quitter, revenir ***par Richard Dupuy, Francine Mayer et René Morissette (Le 5 septembre, 2000)***

N° 153 Taux d'emploi et participation à la vie active des Canadiennes vivant en milieu rural, ***par Euan Phimister, Esperanza Vera-Toscano, Alfons Weersink (Janvier 2001)***

N° 154 La formation comme stratégie en matière de ressources humaines : La réaction aux pénuries de personnel et au changement technologique, ***par John R. Baldwin et Valerie Peters (Mars 2001)***

N° 155 Durée d'occupation des emplois, mobilité des travailleurs et marché du travail des jeunes dans les années 1990 ***par G. Picot, A. Heisz et A. Nakamura (Mars 2001)***

N° 156 Incidence du commerce international sur les salaires des Canadiens, ***par Omar Zakhilwal (Janvier 2001)***

N° 157 L'écart persistant : Nouvelle évidence empirique concernant l'écart salarial entre les hommes et les femmes au Canada, ***par Marie Drolet (Janvier 2001)***

N° 158 À la recherche des contraintes intergénérationnelles d'emprunt chez les hommes canadiens : tests de régression par quantile et de régression des moindres carrés pour les contraintes impératives d'emprunt, ***par Nathan D. Grawe (Janvier 2001)***

N° 159 Influences intergénérationnelles sur la percpetion de prestations d'assurance-chômage au Canada et en Suède, ***par Miles Corak, Bjorn Gustafsson et Torun Österberg (Janvier 2001)***

N° 160 Inégalités entre les quartiers des villes canadiennes, ***par J. Myles, G. Picot et W. Pyper (le 13 décembre 2000)***

N° 161 Intensité de la faiblesse du revenu chez les Canadiens des régions urbaines et rurales de 1993 à 1997, ***par Andrew Heisz (Mars 2001)***

N° 162 Évolution de la stabilité d'emploi au Canada : tendances et comparaisons avec les résultats américains, ***par Andrew Heisz et Mark Walsh*** *(À venir)*

N° 163 L'incidence de la mobilité interprovinciale sur les gains des particuliers : estimations de modèles par panel pour le Canada, ***par Ross Finnie*** *(À venir)*

N° 164 Résultats sur le marché du travail des diplômés récents des universités canadiennes : analyse longitudinale intercohortes, ***par Ross Finnie*** *(À venir)*

N° 165 Innovation et connectivité : La nature des liaisons entre les marchés et les réseaux d'innovation dans les industries manufacturières au Canada, ***par John Baldwin et Alice Peters (Mai 2001)***

N° 166 Évaluation de la déclaration des prestations d'a.-e. et d'a.s. dans le cadre de l'EDTR, ***par Constantine Kapsalis (Mars 2001)***

N° 167 Indice des coûts de main-d'œuvre, ***par Kamal K. Sharan,*** *(À venir)*

N° 168 Améliorer la salubrité des aliments et la productivité : Utilisation de la technologie dans le secteur de la transformation des aliments au Canada, ***John R. Baldwin et David Sabourin*** *(À venir)*

N° 169 Dynamique du secteur canadien de la fabrication dans les régions métropolitaines et rurales, ***par John R. Baldwin et Mark Brown avec Tara Vinodrai (À venir)***

N° 170 Perspectives des bacheliers de la Colombie-Britannique sur le plan des revenus, ***par Andrew Heisz (Mai 2001)***

N° 171 À venir

N° 172 À venir

N° 173 Entraves à l'adoption des technologies de pointe pour les fabricants canadiens, ***par John Baldwin et Zhengxi Lin (Août 2001)***

N° 174 Impact de l'adoption des technologies de l'information et des communications de pointe sur la performance des entreprises du secteur de la fabrication au Canada, ***par John Baldwin et David Sabourin (Octobre 2001)***

N° 175 Pénuries de main-d'oeuvre qualifiée et adoption des technologies de pointe, ***par David Sabourin (Septembre 2001)***

Que diriez-vous...
QUE DIRIEZ-VOUS de trouver au même endroit tout ce qu'il y a de plus récent en statistiques canadiennes et, du même coup, de réaliser une économie de temps et d'argent pour vous et votre entreprise?
QUE DIRIEZ-VOUS d'un endroit où seraient mises à votre portée des données fiables sur tout un éventail de sujets brûlants d'actualité du domaine social et économique canadien?
QUE DIRIEZ-VOUS d'un
où, en appuyant simplement
quelques touches, vous auriez
des conseils et des données
fournis par des analystes bien
courant des marchés auxquels
vous intéressez?
QUE DIRIEZ-VOUS
si un tel endroit existait?
EH BIEN, IL EXISTE!
www.statcan.ca
CONÇU POUR LES AFFAIRES
La source officielle de statistiques canadiennes en un endroit et en tout temps
729W SC99188 B